

**PENGUNAAN BIOSTIMULAN, ASAM HUMAT, DAN MIKORIZA
TERHADAP PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN RENDEMEN
TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) VARIETAS PSJT 941**

Oleh

PARAMITHA SUSANTI



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2018

**PENGUNAAN BIOSTIMULAN, ASAM HUMAT, DAN MIKORIZA
TERHADAP PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN RENDEMEN
TANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) VARIETAS PSJT 941**

Oleh:

PARAMITHA SUSANTI

135040218113019

MINAT STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2018



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri, dengan persetujuan pembimbing. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini yang telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2018

Paramitha Susanti



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Penggunaan Biostimulan, Asam Humat, dan Mikoriza Terhadap Peningkatan Produktivitas dan Rendemen Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L*) Varietas PSJT 941

Nama Mahasiswa : Paramitha Susanti

NIM : 135040218113019

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Biologi Tanah

Pembimbing Utama

Cahyo Prayogo, SP,MP,Ph.D.
NIP. 19730103 199802 1 002

Disetujui

Pembimbing Pendamping

Soekarno M Putra, S.Si.
NIK. 700198210001

Mengetahui,
Ketua jurusan

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma. SU.
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma. SU.
NIP. 19540501 198103 1 006

Cahyo Prayogo, SP,MP,Ph.D.
NIP. 19730103 199802 1 002

Penguji III,

Penguji IV,

Soekarno M Putra, S.Si.
NIK. 700198210001

Novalia Kusumarini, SP, MP.
NIP. 19891108 201504 2 001

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Paramitha Susanti. 135040218113019. Penggunaan Biostimulan, Asam Humat, dan Mikoriza Terhadap Peningkatan Produktivitas dan Rendemen Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas PSJT 941. Dibawah bimbingan Cahyo Prayogo dan Soekarno Mismana Putra

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman industri yang banyak diminati oleh petani maupun perusahaan perkebunan karena tanaman ini dapat tumbuh dan berkembang pada berbagai musim. Budidaya tanaman tebu masih bersifat konvensional sehingga produksinya belum mampu untuk mengimbangi kebutuhan masyarakat maupun kebutuhan industri. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman tebu dapat menerapkan inovasi teknologi seperti aplikasi biostimulan, asam humat dan mikoriza untuk meningkatkan produktivitas dan rendemen tanaman tebu.

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2016 sampai Juli 2017 di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, (PPBBI) Bogor. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 7 perlakuan dengan 3 ulangan. Analisa data dilakukan dengan cara menggunakan Genstat untuk analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) kemudian dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiples Range Test*) dengan taraf 5% sedangkan untuk korelasi dan regresi menggunakan Microsoft excel.

Dari hasil secara agronomi menunjukkan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada tinggi batang tanaman tebu 18 MST dan 48 MST, sedangkan untuk produktivitas juga memberikan hasil berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada diameter, volume nira, dan brix. Selain itu, uji analisis sifat kimia tanah saat panen memberikan hasil berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada pH KCL, C/N rasio dan Ketersediaan N P K di dalam tanah. Analisis biologi tanah juga memberikan hasil berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total populasi bakteri dan jamur. Kemudian dilakukan karakterisasi secara makroskopik pada koloni bakteri dan jamur berdasarkan jenis koloni, bentuk koloni, tepian, elevasi dan warna. Hasil identifikasi mikoriza yang ditemukan genus *Acauluspora* sp, dan *Gigaspora* sp.

SUMMARY

Paramitha Susanti. 135040218113019. Use of Biostimulant, Humic Acid, and Michorrhizae Against Productivity and Crop Improvement of Sugar Cane (*Saccharum officinarum* L.) Varieties PSJT 941. Under the Guidance of Cahyo Prayogo, and Soekarno Mismana Putra

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L) is an industrial plant which farmers or plantation companies are attracted to as they can adapted in various conditions. Sugarcane cultivation still use conventional system, so that the result in low production effect of sufficiency demand of industry and local market. Efforts to improve the productivity of sugarcane can use innovations of technology such as the application of biostimulant, humic acid and mycorrhiza to increase the productivity and yield of sugarcane.

The study was conducted in August 2016 until July 2017 at the Indonesian Research Institute of Biotechnology and Bioindustry (IRIBB), Bogor West Java. The research used Completely Randomized Design (CRD) with 7 treatments and 3 replications. Data analysis was performed by using Genstat application for Analysis of Variance (ANOVA) and then continued DMRT (Duncan's Multiple Range Test) with a level 5% while for correlation and regression using Microsoft Excel.

The resulted showed that significant ($P < 0,05$) towards the height of sugarcane 18 week after planting and 48 week after planting. The productivity show a significant ($P < 0,05$) to diameter stem, volume of juice and brix. Beside of the analysis of soil chemical properties at harvest showed significant ($P < 0,05$) in pH KCL, C/ N Ratio, and availability of NPK in the soil. Not only that the biological analysis also provided significant result ($P < 0.05$) to the total population of bacteria and fungi. After that to do macroscopic characterization of bacteria and fungal colonies based on the type of colonies, colonies, edges, elevation and colors. The result of identification of mycorrhiza that found in the genus are *Acauluspora sp.* and *Gigaspora sp.*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyang, penulis panjatkan puji syukur atas kehadiran-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi “Penggunaan Biostimulan, Asam Humat, dan Mikoriza Terhadap Peningkatan Produktivitas dan Rendemen Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L*) di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Bogor”. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Tanah, Minat Manajemen Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
2. Cahyo Prayogo, SP, MP, Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Soekarno Mismana Putra, S.Si selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penelitian
4. Dr. Djoko Santoso, M.Sc yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang sangat bermanfaat dalam pelaksanaan penelitian ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan motivasi selama kegiatan penelitian
6. My Partner “Uma” and Biostimulan Team “Amelia Ulfa”, Delma Aida, Cica, Fitri, Laily, Lea Shella dan Mahasiswa Agroekoteknologi minat MSDL tahun 2013 yang telah membantu, diskusi selama penyelesaian skripsi ini
7. Teknisi PPBBI “Teh Dina, Mega, Miar, Mirta” yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini
8. Mas Basir, Mas Syifa dan seluruh pegawai Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI) dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam pelaksanaan penelitian

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan ini, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca dapat membantu dalam memperbaiki ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Malang, Oktober 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Blitar, 24 September 1995 sebagai putri semata wayang dari pasangan Bapak Rudi Setyawan S.Pd SD dan Ibu Evi Ekowati. Penulis menempuh pendidikan Dasar di SDN Pohgajih 01 Kecamatan Selorejo, Kabupaten Blitar pada tahun 2001 sampai 2007. Kemudian Penulis melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Selorejo, Kecamatan Selorejo, Kabupaten Blitar tahun 2007 sampai 2010. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Menengah Atas di Madrasah Aliyah Negeri Wlingi, Kecamatan Wlingi Kabupaten Blitar pada tahun 2010 hingga 2013. Tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	i
KATA PENGANTAR.....	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biostimulan.....	4
2.2. Mikoriza.....	8
2.3. Ekologi Tanaman Tebu (<i>Saccharum officinarum L</i>).....	12
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3. Rancangan Penelitian	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	16
3.5 Analisa Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1. Hasil Dan Pembahasan	22
4.2. Hubungan Antar Parameter	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alat dan Bahan	15
2.	Perlakuan Penelitian	16
3.	Data Sumber Keragaman Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tebu	22
4.	Sumber Keragaman Jumlah Anakan Vegetatif	26
5.	Sumber Keragaman Produktivitas Fase Generatif	27
6.	Data Sidik Ragam Sifat Kimia Tanah	30
7.	Data Sidik Ragam Biologi Tanah	37
8.	Karakterisasi Makroskopik Bakteri	40
9.	Karakteristik Beberapa Koloni Jamur secara Makroskopik	41
10.	Identifikasi Mikoriza	42



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Struktur Asam Humat.....	6
2	Struktur Asam Fulvat.....	6
3	Morfologi Genus <i>Glomus sp</i>	10
4	Morfologi Genus <i>Gigaspora sp</i>	11
5	Morfologi Genus <i>Acaulospora sp</i>	11
6	Denah Plot Percobaan.....	16
7	Grafik Pengaruh Biostimulan terhadap Rerata Tinggi Batang 18 MST Fase Vegetatif	23
8	Grafik Pengaruh Biostimulan Terhadap Tinggi Batang 48 MST Fase Generatif	24
9	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Volume Nira	28
10	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap rerata Brix.....	29
11	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata pH KCL.....	30
12	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata C/N ratio	32
13	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Ketersediaan N di dalam Tanah	33
14	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Ketersediaan P (Residu P) di dalam Tanah	34
15	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Ketersediaan K (Residu K) di dalam Tanah	36
16	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Populasi Bakteri	38
17	Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Populasi Jamur	38
18	Karakterisasi Makroskopik Bakteri	40
19	Grafik Hubungan Volume Nira terhadap Tinggi 48 MST	43
20	Grafik Hubungan Total Populasi Bakteri terhadap pH KCL (a), Hubungan Total Populasi Jamur terhadap pH KCL (b)	44
21	Grafik Hubungan Diameter Batang terhadap Volume Nira	45

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Tabel Anova	53
2	Korelasi antar Parameter	58
3	Dokumentasi Penelitian	59
4	Tanaman Tebu Fase Vegetatif Umur 18 MST	61
5	Data Pengamatan.....	61



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tebu (*Saccharum officinarum* L) merupakan tanaman industri yang banyak diminati oleh petani maupun perusahaan perkebunan karena tanaman ini dapat tumbuh dan berkembang pada berbagai musim. Budidaya tanaman tebu masih bersifat konvensional sehingga produksinya belum mampu untuk mengimbangi kebutuhan masyarakat maupun kebutuhan industri. Pada tahun 2010 luas areal perkebunan tebu di Indonesia sekitar 436,3 ha sedangkan tahun 2013 mengalami fluktuasi namun pada tahun 2015 mengalami penurunan 186,8 ha (BPS, 2017). Berdasarkan data tersebut luas area lahan tanaman tebu mengalami penurunan sedangkan kebutuhan gula meningkat.

Produksi tebu tahun 2010 sebanyak 2,3 ribu ton sedangkan pada tahun 2011 mengalami penurunan sebanyak 959 ton namun mengalami fluktuasi tahun 2013, sedangkan tahun 2015 mengalami penurunan sebanyak 1,5 ribu ton (BPS, 2017). Dengan demikian produksi gula belum mampu untuk mencukupi kebutuhan gula nasional. Selain itu budidaya tanaman tebu juga mengalami beberapa kendala diantaranya lahan yang kurang subur, terjadinya alih fungsi lahan, penurunan luas kepemilikan lahan (Marwoto, 2007) pemupukan yang tidak sesuai rekomendasi dan perubahan iklim. Selain itu rendahnya produksi tanaman tebu dapat disebabkan oleh varietas tanaman, pengendalian hama penyakit serta penerapan teknologi secara konvensional (tradisional).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman tebu dapat menerapkan inovasi penerapan teknologi seperti aplikasi biostimulan ekstrak rumput laut, asam humat dan mikoriza untuk meningkatkan produktivitas dan rendemen tanaman tebu. Penelitian mengenai biostimulan sudah banyak dilakukan berbagai jenis tanaman, namun untuk tanaman industri seperti tanaman tebu masih belum banyak dilakukan penelitian ini.

Khan *et al*, (2012) melaporkan bahwa aplikasi biostimulan ekstrak rumput laut dengan menggunakan *sprayer* mampu mempengaruhi pertumbuhan, produktivitas dan kualitas beberapa buah diantaranya anggur (Abd El Ghany *et al*, 2010), mangga (Abd El – Motty *et al*, 2010), semangka (Abdel – Mawgoud *et al*, 2010) apel (Spinelli *et al*, 2009).

Perner (2007) juga melaporkan bahwa pertumbuhan tanaman tomat dengan inokulasi mikoriza mampu meningkatkan serapan unsur hara di dalam tanah. Oseni *et al*, (2010) menyatakan bahwa bibit tomat yang diinokulasi menunjukkan bahwa bobot segar tunas lebih tinggi (11,28 g / tanaman), rasio tunas / akar tanaman (0,236), biomassa akar (2,17 g / tanaman), tingkat pertumbuhan lebih tinggi (7,34 mg g⁻¹ hari⁻¹), dan *unit leaf rate* (1,28 cm⁻¹ hari⁻¹)

Biostimulan adalah bahan yang mengandung satu atau lebih zat dan atau mikroorganisme yang dapat meningkatkan serapan hara dan efisiensi terhadap tanaman, meningkatkan toleransi tanaman terhadap faktor biotik maupun abiotik serta memperbaiki kualitas tanaman dalam jumlah yang kecil. Selain itu biostimulan dapat memperbaiki aktivitas mikroba di rizosfer dan enzim tanah, meningkatkan produksi hormon dan atau pengatur tumbuh tanaman dan tanah dan proses fotosintesis (Nardi, 2009). Cara kerja biostimulan sulit untuk diketahui karena bersifat kompleks yang mengandung beberapa komponen bioaktif yang berkontribusi secara spesifik pada tanaman (Ertani *et al*, 2011). Biostimulan ekstrak rumput laut (*Seaweed*) digunakan sebagai organik dan *biodegradable* yang sangat penting terhadap pertanian berkelanjutan dan berpengaruh terhadap unsur hara mikro, vitamin, asam amino, hormon tanaman (*IAA*, *IBA*, dan Sitokinin) yang berperan terhadap pertumbuhan tanaman maupun lingkungan (Abdel – Mawgoud *et al*, 2010).

Jamur Mikoriza Arbuskular merupakan jamur tanah yang termasuk dalam filum *Glomeromycota* yang tersebar luas pertanian. Pertukaran nutrisi antara jamur dan inangnya terjadi pada struktur simbiotik yang berada di dalam sel akar tanaman (Parniske, 2008). Selain memberikan pengaruh terhadap tanaman, jamur ini toleran terhadap perlindungan penyakit, serta mempengaruhi produktivitas tanaman, keanekaragaman tanaman, struktur tanah dan mekanisme siklus nutrisi (Veiga, 2013). Cara kerja mikoriza dengan cara menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, secara intensif memproduksi hifa sehingga tanaman yang mengandung mikoriza mampu untuk meningkatkan kapasitas menyerap unsur hara (Iskandar, 2002).

Namun di Indonesia penelitian mengenai aplikasi biostimulan, asam humat dan mikoriza belum banyak diteliti dan untuk pengaplikasian pada tanaman tebu

juga belum banyak disosialisasikan ke masyarakat, oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh biostimulan, asam humat dan mikoriza terhadap produktivitas dan rendemen tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam kegiatan penelitian ini sebagai berikut:

1. Sejauh mana interaksi biostimulan, asam humat dan mikoriza terhadap pembentukan rendemen tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*).
2. Sejauh mana hubungan penyediaan unsur hara dan jumlah mikroba akibat pemberian biostimulan, asam humat dan mikoriza di dalam tanah.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh biostimulan terhadap produktivitas dan rendemen tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*) varietas PSJT 941.
2. Mengetahui hubungan antara asam humat dan mikoriza terhadap penyediaan unsur hara dan populasi mikroba di dalam tanah.

1.4 Hipotesis

1. Pemberian Biostimulan, Asam Humat, dan Mikoriza dengan cara dan intensitas yang berbeda dalam mempengaruhi produktivitas dan rendemen tanaman tebu.
2. Pemberian Asam Humat dan Mikoriza dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman tebu.

1.5 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi secara ilmiah mengenai pengaruh biostimulan, asam humat, dan mikoriza untuk menunjang produktivitas rendemen tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*) serta mengetahui ketersediaan unsur hara di dalam tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biostimulan

Biostimulan disebut juga sebagai zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk proses fisiologi tanaman seperti mampu meningkatkan metabolisme tanaman. Menurut Jardin (2015) bahwa biostimulan merupakan substansi atau mikroorganisme yang diaplikasikan ke tanaman dengan tujuan untuk meningkatkan nutrisi tanaman, toleransi terhadap kondisi stress, meningkatkan kualitas tanaman. Biostimulan digunakan untuk menggambarkan suatu zat yang berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan seperti nutrisi, pembenah tanah dan pestisida. Peranan biostimulan yang utama yaitu pengaruh dari hormon yang ditimbulkan dari biostimulan itu sendiri selain itu juga dapat digunakan sebagai pertahanan diri (tanaman) terhadap kondisi lingkungan seperti keadaan stress.

Definisi biostimulan pertama kali didefinisikan oleh Kauffman (2007) bahwa biostimulan merupakan yang lebih dari pupuk untuk memberikan perkembangan terhadap tanaman meskipun dalam jumlah yang sedikit (Jardin, 2015). Interaksi biostimulan sering tidak diketahui dan sulit untuk dilakukan identifikasi hal ini dikarenakan biostimulan terbentuk secara kompleks dengan berbagai komponen aktif sehingga memberikan pengaruh terhadap tanaman (Ertani *et al*, 2011). Jindo *et al*, (2012) menyatakan bahwa beberapa biostimulan berisi komponen – komponen aktif *Mones hormonal* seperti auksin, sitokinin dan triakontanol yang telah berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan kelas kategori biostimulan terbagi atas zat humat dan hidrolisis protein.

Menurut Calvo *et al*, (2014) bahwa kategori biostimulan dibagi atas: ekstrak rumput laut (*Seaweed*), asam humat dan asam fulvat, hidrolisis protein dan asam amino, serta inokulan mikroba.

2.1.1. Ekstrak Rumput Laut (*Seaweed*)

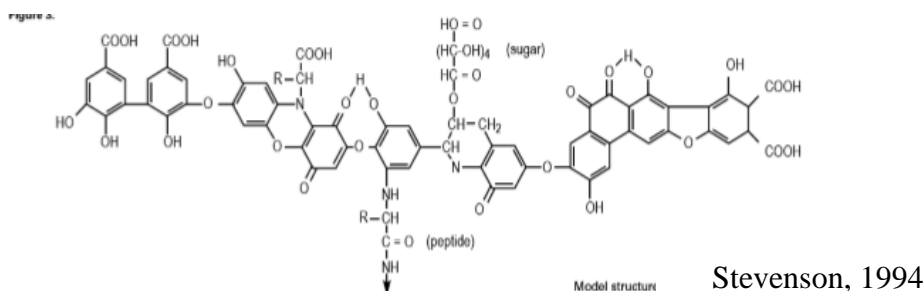
Ekstrak rumput laut (*Sea weed*) telah mengandung bahan stimulator tanaman seperti auksin, giberelin, dan sitokinin. Ekstrak rumput laut (*Sea weed*) dapat diaplikasikan dalam tanah maupun pada tanaman. Hal ini diperjelas oleh (Craigie, 2011) bahwa aplikasi rumput laut (*Seaweed*) dapat dilakukan dengan cara

foliar spayer. Didalam tanah ada beberapa polisakarida yang telah membentuk formasi gel, retensi air dan aerasi tanah. Beberapa komponen polyanion berperan terhadap fiksasi tanah dan pertukaran kation di dalam tanah. Selain itu juga meningkatkan pertumbuhan tanaman, menyediakan bakteri dan pathogen antagonis didalam tanah.

Sedangkan di dalam tanaman, melalui penyediaan unsur hara mikro dan unsur hara mikro bertindak sebagai pupuk karena berbagai proses yang mempengaruhinya. Pengaruh yang ditimbulkan terjadi pada perkecambahan biji, pembentukan dan perkembangan tanaman terhadap pengaruh beberapa hormon (Jardin, 2015). Biostimulan memiliki kemiripan dalam merespon tanaman (memperbaiki pertumbuhan akar, meningkatkan penyerapan nutrisi dan toleransi terhadap cekaman. Dengan penggunaan ekstrak rumput laut (*Seaweed*) yang berasal dari bahan – bahan organik yang mampu berperan terhadap pertumbuhan tanaman, unsur hara mikro dan makro, sterol, dan peningkatan unsur hara N yang mengandung beberapa komponen seperti betain dan hormon (Craigie, 2011).

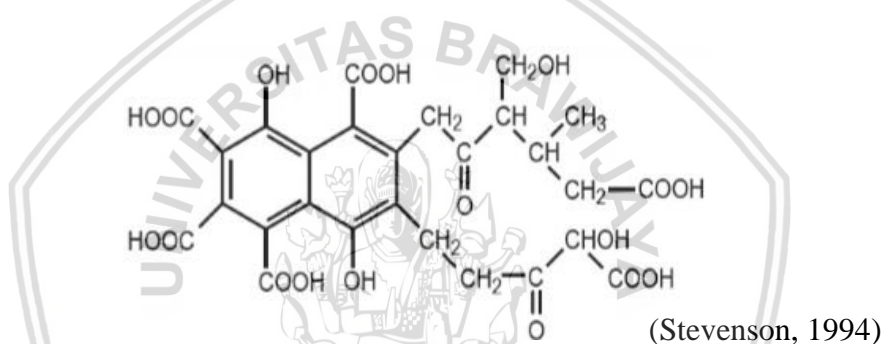
2.1.2. Asam Humat dan Asam Fulvat

Humat dan asam fulvat secara alami merupakan bahan organik yang berasal dari proses dekomposer oleh tanaman, hewan dan mikroorganisme namun juga berasal dari aktivitas metabolisme dari mikroba tanah. Berdasarkan berat molekul dan kelarutannya humat dikelompokkan menjadi humin, asam humat, dan asam fulvat asam humat mempunyai berat molekul yang tinggi dan berwarna coklat hingga hitam. Struktur asam humat mengandung gugus – OH fenolat, - COOH yang terikat pada cincin aromatik dan kuinon yang dijembatani oleh nitrogen dan oksigen. Struktur inti asam humat terdiri atas cincin aromatik, di-, dan N-, selain itu gugus – gugus fungsional utama yang terdapat di asam humat gugus –COOH, - OH dan kuinon. Pada keadaan alami, molekul – molekul ini mengandung residu protein dan karbohidrat yang sebagian besar dihubungkan oleh ikatan kovalen (Stevenson,1994). Struktur asam humat tersajikan dalam gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur Asam Humat

Asam fulvat adalah bagian dari zat humat yang memiliki sifat larut dalam air, baik dalam suasana asam maupun suasana basa. Asam fulvat memiliki warna kuning emas hingga kuning coklat. Sedangkan humin bagian dari asam humat yang tidak larut di dalam air dan memiliki warna hitam (Zadow, 2009).



Gambar 2. Struktur Asam Fulvat

Zat humat bereaksi secara bersamaan terhadap proses biotik dan abiotik membentuk senyawa molekul kompleks berasal dari tanaman maupun dari hewan. Humat berperan terhadap kesuburan tanah seperti meningkatkan struktur dan porositas tanah (pembentukan agregat tanah). Dengan penambahan humat mampu meningkatkan hara di dalam tanah hal ini dikarenakan humat memiliki sifat *chelate* dan mampu untuk degradasi sehingga membentuk biota di dalam tanah, menyediakan sumber karbon organik di dalam tanah (Kalbitz *et al*, 2000).

Beberapa literatur membuktikan bahwa humat mampu meningkatkan perkembangan dan proses fisiologi tanaman. Peran positif berasal dari aktivitas hormon, hormon dapat ditemukan pada lapisan humat hal ini dijelaskan oleh Nardi (2000) bahwa beberapa humus telah dapat diidentifikasi bahwa di dalam struktur humus terdapat hormon sehingga hormon tertutupi oleh struktur humat tersebut. Kombinasi teknik biologi genetika dan molekuler dan gas kromatografi

spektrometri massa telah mengkonfirmasi tentang adanya *asam indoleacetic* (IAA) yang terdapat di dalam zat humat (Trevisan, 2009).

IAA merupakan produk dari bakteri yang berada di dalam tanah, jamur dan eksudat akar tanaman yang berinteraksi dengan humat. Humat memiliki agregat DNA stabilitas dan memiliki reaksi terhadap ion – ion dan pH disekitarnya seperti asam rendah berat molekul organik serta eksudat akar tanaman yang mampu untuk memecah struktur agregat makro pada tanah sehingga menghasilkan sub unit molekul aktif biologis (Canellas dan Olivares, 2014).

Asam humat dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh untuk mengatur tingkat hormon, meningkatkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan toleransi terhadap cekaman. Asam humat berasal dari *leonardite* (terjadi secara alami berbentuk padatan dan terurai, bahan organik coklat dan batu bara yang halus biasanya ditemukan pada batuan lignit). Berdasarkan literature bahwa asam humat mampu mempengaruhi pertumbuhan akar tanaman jagung. Selain itu keberadaan molekul humat terhadap pemupukan N, P, K mampu mempengaruhi pada tanaman seperti merangsang tunas, pertumbuhan akar dan meningkatkan terhadap ketahanan kondisi lingkungan (stress) (Defline, 2005).

Selain itu beberapa keuntungan dari karakteristik di dalam tanah bahan organik berasosiasi dengan asam humat mampu meningkatkan komponen aktif di dalam tanah seperti pertukaran kation dan anion, dan meningkatkan kapasitas dibandingkan dengan bahan lainnya. Selain itu beberapa penulis menunjukkan bahwa dengan penambahan konsentrasi asam humat dapat mendukung pertumbuhan akar maupun bagian tanaman untuk menunjang penyerapan nutrisi (Verlinden, 2009).

2.1.3. Hidrolisis Protein

Kombinasi asam amino dan peptida diperoleh dari proses hidrolisis protein secara kimia dari produk agroindustri seperti sumber tanaman (tanaman residu) dan sisa binatang (*collagen*, jaringan epitel) (Jardin, 2012). Sintesis kimia juga dapat digunakan untuk senyawa tunggal dan senyawa campuran. Pengaruh pada tanaman meliputi modulasi serapan dan asimilasi N oleh regulasi enzim yang terlibat dalam asimilasi N dan struktur gen yang berasal dari akar. mengatur enzim dari siklus TCA yang berperan terhadap metabolisme C dan N (Colla, *et al*, 2014).

Secara tidak langsung hidrolisis protein berpengaruh nutrisi tanaman terhadap penerapan pertanian terhadap tanaman maupun tanah. Hidrolisis protein untuk meningkatkan biomassa mikroba dan aktivitas, respirasi tanah, kesuburan tanah. Proses *chelate* dan aktivitas senyawa pada asam amino dan peptide yang berkontribusi terhadap ketersediaan nutrisi pada akar tanaman (Jardin, 2015).

2.1.4 Inokulan Mikroba

Interaksi antara bakteri dengan tanaman dapat terjadi dalam segala bentuk. Ahmad *et al*, (2008) menjelaskan bahwa beberapa mikroorganisme bersifat mutualisme dan parasitisme, perkembangan bakteri di dalam tanah dapat terjadi di rhizosfer dan rizoplane, pengaruh bakteri terhadap tanaman yaitu mempengaruhi umur tanaman terhadap siklus biogeokimia, ketersediaan unsur hara, efisiensi penggunaan unsur hara, resisten terhadap penyakit, memperbaiki faktor biotik, toleran terhadap stress, modulasi morfogenesis dari pengatur zat tumbuh tanaman.

Penerapan biostimulan pada praktek pertanian memiliki dua tipe diantaranya bakteri mutualisme yang bersimbiosis dengan *Rhizobium*, simbiosis mutualisme di rizhosper terhadap PGPR (*Plant Growth Promote Rhizobacteria*). Simbiosis *Rhizobium* dengan beberapa taxa yang memiliki peran sebagai biofertilizer, inokulan mikroba mampu meningkatkan nutrisi pada tanaman. Selain itu PGPR memiliki peran sebagai multifungsi dan berperan terhadap tanaman seperti, ketersediaan nutrisi dan pertumbuhan, perkembangan dan morfogenesis tanaman, pengaruh toleran stress terhadap faktor biotik maupun abiotik, interaksi antara mikroorganisme di dalam suatu agroekosistem (Ahmad *et al*, 2008). Selain itu Mosa *et al*, (2015) juga menyatakan bahwa *Azotobacter* menghasilkan banyak zat pengatur tumbuh seperti IAA dan GA2 yang mempengaruhi terhadap pertumbuhan tanaman.

2.2. Mikoriza

Mikoriza merupakan salah satu taksa (klasifikasi) jamur yang mampu hidup dan berkembang dengan lingkungan heterogen. Penyebaran spora ini sangat pesat oleh karena itu mampu berkembang pada lingkungan biotik maupun abiotik seperti tanah, air dan jaringan tanaman maupun hewan yang telah membusuk. Bonfate melaporkan (2013) bahwa habitat dari koloni jamur mikoriza terdapat

pada berbagai wilayah seperti Alpin dan Boreal, hutan tropis, padang rumput dan berbagai lahan pertanian. Mikoriza memiliki peran utama dalam siklus unsur hara melalui aktivitas miselium untuk menyerap hara tanah sebagai suplai tanaman. Dalam melakukan identifikasi pada mikoriza ini membutuhkan ketelitian hal ini dikarenakan morfologi jamur ini pada berbagai jenis lahan sangat berbeda.

Simbiosis ini dapat terjadi secara alami koloni mampu menyebar sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Miselia pada jamur ini mampu masuk ke dalam tanah sehingga menyediakan unsur hara (nitrogen/fosfor) dan mampu memberikan sumber bagi tanaman seperti pertukaran karbon di dalam tanah. Hubungan simbiosis ini digolongkan sebagai mikoriza arbuskula (AM) atau ektomikoriza penjelasan mengenai hal ini berdasarkan identifikasi pada struktur yang telah terbentuk dan pada akar tanaman (Simberloff, 2011).

Mikoriza memiliki suatu bentuk hubungan atau simbiosis yang bersifat menguntungkan (mutualisme) dengan berbagai jenis tanaman. Jamur mikoriza membentuk simbiosis yang didasarkan pada pertukaran sumber yaitu tanaman menerima nutrisi (hara tanah) dari jamur dan tanaman memberikan sukrosa sebagai sumber karbon untuk jamur. Hifa pada jamur mikoriza sangat cepat menyebar ke tanaman sehingga membentuk jaringan mikoriza, di dalam tanah yang sangat kompleks. Jaringan ini terjadi pada semua ekosistem seperti karbon, nutrisi, air, sinyal pertahanan, allele dan termasuk bahan kimia yang akan ditranslokasikan ke tanaman (Aislabie, 2005). Selain memberikan efek pada nutrisi tanaman, jamur ini juga memberikan toleransi terhadap kekeringan, perlindungan penyakit dan mempengaruhi sejumlah fungsi ekosistem penting seperti produktivitas tanaman, keragaman tumbuhan, struktur tanah dan siklus hara (Veiga, 2013).

Jamur mikoriza memperoleh nutrisi dari tanah dan ditranslokasi ke tanaman dengan mengeluarkan hasil berupa fotosintat. Simbiosis antara mikoriza dengan tanaman untuk mengeksplorasi jumlah yang lebih besar di dalam tanah sehingga meningkatkan penyerapan air, penyerapan nutrisi dan siklus transportasi serta meningkatkan penyerapan unsur hara seperti fosfor (P), meningkatkan efisiensi penggunaan air (Al Karaki, 2000).

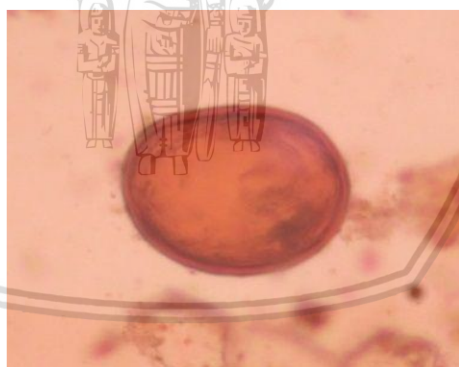
Penggunaan mikoriza untuk menyediakan sistem pertanian berkelanjutan, dengan menyediakan hubungan (simbiosis) secara efisien (penyediaan unsur hara makro dan mikro dan ketersediaan unsur hara P), keseimbangan air, perlindungan tanaman terhadap pengaruh biotik maupun abiotik (Auge, 2001). Selain itu, simbiosis mikoriza arbuskular mampu meningkatkan luas daun, penundaan penuaan, dan meningkatkan resistensi salinitas di beberapa tanaman inang, seperti jagung, tomat dan merica (Beltrano, 2013).

2.2.1. Jenis – Jenis Mikoriza

Berdasarkan pada morfologi spora, genus mikoriza arbuskula memiliki beberapa genus diantaranya *Glomus sp*, *Gigaspora sp*, dan *Acaulospora sp*. Karakteristik berdasarkan morfologi spora mikoriza sebagai berikut:

- *Glomus sp*

Genus *Glomus sp* merupakan genus mikoriza dari family *Glomeraceae*. Genus ini memiliki beberapa keragaman jenis tertinggi daripada genus lainnya. Adapun ciri khas dari genus ini yaitu spora terbentuk secara tunggal atau pun berpasangan dua pada terminal hifa nongametangium yang tidak berdiferensiasi dalam *sporocarp* (Miska, 2016).



Gambar 3. Morfologi Genus *Glomus sp*
Sumber: Saputra, 2015

Karakterisasi dari morfologi genus yaitu spora berbentuk bulat, menyerupai bulat telur, elips dan oval. Permukaan spora berwarna merah, kuning dan jingga, ketika dilakukan pemberian larutan melzer tidak terjadi perubahan warna. Pada dinding spora terdapat 2 hingga 3 lapisan (Saputra, 2015).

- *Gigaspora sp*

Gigaspora sp adalah genus mikoriza yang termasuk dalam family Gigasporaceae. Genus ini memiliki ciri khas yaitu spora yang dihasilkan secara

tunggal di dalam tanah, tidak memiliki lapisan dinding spora dalam, terdapat bulbos suspensor, berbentuk globose atau sub globose, dan berwarna krem hingga kuning yang berukuran 125 – 600 μm (Bentivenga and Morton, 1995).

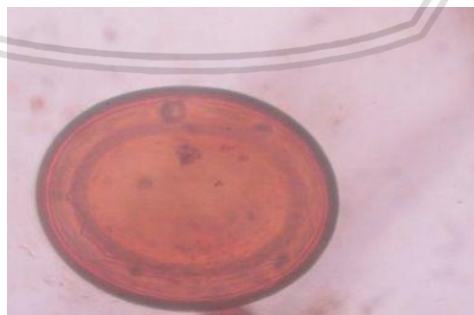


Gambar 4. Morfologi Genus *Gigaspora sp*
Sumber: Saputra, 2015

Karakteristik spora pada genus ini yaitu spora berbentuk bulat, permukaan spora mengalami perubahan warna dari kuning menjadi jingga ketika ditetesi larutan melzer, jumlah dinding spora yang bervariasi yang artinya bahwa jumlah lapisandinding spora ada yang 1 dan ada yang 2 lapisan dan terdapat *Bulbous suspensor* (Saputra, 2015).

- *Acaulospora sp*

Acaulospora sp merupakan genus mikoriza yang termasuk dalam family Acaulosporaceae. Genus ini memiliki beberapa ciri khas antara lain memiliki 2- 3 dinding spora. Spora terbentuk di sisi leher sporiferous saccule, berbentuk globose hingga elips, berwarna hyaline, kuning atau merah kekuningan, berukuran antara 100 – 400 μm (Morton and Benny 1990).



Gambar 5. Morfologi Genus *Acaulospora sp*
Sumber: Saputra, 2015

Spora berbentuk bulat dan elips, permukaan berwarna kuning ketika diberi larutan melzer berubah menjadi warna jingga. Pada genus Genus *Acaulospora sp* terdapat 3 lapisan dinding spora (Saputra, 2015).

2.3. Ekologi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L)

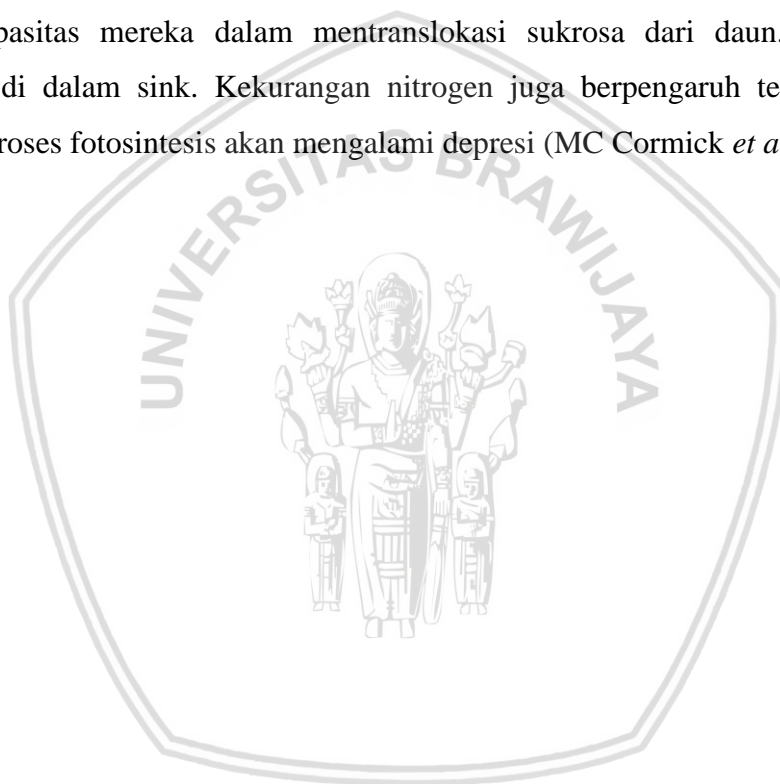
Tanaman tebu merupakan tanaman semusim jenis tanaman rerumputan yang menghasilkan beberapa batang dari masing – masing batang terdiri dari ruas – ruas batang. Tanaman ini termasuk tanaman berkeping satu (monokotil) keluarga *Poaceae* dari *Gramineae* dan suku *Andropogoneae* yang memiliki iklim tropis dan sub tropis. Beberapa spesies yang telah banyak dikembangkan seperti *Saccharum officinarum*, *S. spontaneum*, *S. barberi* dan *S. siense* (Verheye, 2011). *Saccharum officinarum* merupakan spesies yang banyak dibudidayakan karena spesies ini sesuai dengan kondisi iklim di Indonesia.

Pada musim tanam tanaman tebu membutuhkan pengairan yang cukup baik sedangkan pada saat siap panen membutuhkan penyinaran matahari yang sangat banyak (Verheye, 2011). Secara umum perkembangan tanaman tebu dibagi menjadi 4 fase diantaranya fase perkecambahan, anakan, perpanjangan tangkai dan pemasakan. Fase perkecambahan, tunas primer muncul dari munculnya tunas di node pada bagian tanaman, / dari munculnya node dari sisa batang panen. Pada fase vegetatif tunas mampu tumbuh hingga 6 – 8 tunas sekunder (anakan), yang mampu menghasilkan tunas tersier. Fase anakan dapat diartikan sebagai periode antara munculnya tunas utama dan terbentuknya populasi anakan. Beberapa anakan menua karena terjadi proses persaingan sedangkan anakan yang tersisa dapat memanjang hingga panen (elongasi). Fase pemanjangan batang (elongasi) mengalami perlambatan karena terjadi akumulasi sukrosa ke dalam batang disebut sebagai fase pematangan (Rossler, 2013).

2.3.1. Sumber Sink di Dalam Tanaman Tebu

Tanaman tebu digunakan untuk memproduksi gula, sehingga proses pembentuka gula yang berada di dalam batang tanaman tebu memiliki sumber sink yang berbeda. Pada batang tanaman tebu terdapat hasil dari fotosintesis seperti disakarida yang larut, konsentrasi sukrosa yang sangat tinggi 650 mM (18% dari berat segar batang). Penyimpanan sukrosa terjadi pada sel parenkim tangkai (culm) dan tidak di organ wastafel terminal seperti umbi, biji – bijian dan buah berdaging (Rae *et al*, 2005). Berbeda dengan tanaman lainnya, tanaman tebu mengumpulkan sukrosa di dalam maupun di luar sel seperti symplast dan apoplast.

Selama proses pematangan (*maturation*) asimilasi C bergerak dari komponen tak larut dan proses respirasi berubah menjadi sukrosa zat terlarut osmotik aktif. Selama perkembangan sukrosa disintesis pada daun tebu dari hasil fotosintesis yang ditranslokasi melalui jaringan floem ke ruas batang, termasuk ruas batang yang belum matang. Perkembangan meristem di sink dan ruas belum matang digunakan untuk penyimpanan sink. Beberapa tanaman terbatasnya jaringan meristem sumber sink dan penyimpanan sink. Batang tanaman tebu yang belum matang tingkat penyimpanan sukrosa akan dibatasi oleh proses fotosintat sendiri, sedangkan penyimpanan sukrosa pada batang yang matang akan dibatasi oleh kapasitas mereka dalam mentranslokasi sukrosa dari daun. Akumulasi sukrosa di dalam sink. Kekurangan nitrogen juga berpengaruh terhadap daun karena proses fotosintesis akan mengalami depresi (MC Cormick *et al*, 2006)



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian mengenai penggunaan biostimulan dan mikoriza terhadap peningkatan produktivitas dan rendemen tanaman tebu (*Sacchaum officinarum L*) varietas PSJT 941 yang dilakukan pada bulan Agustus 2016 – Juli 2017 di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, (PPBBI) Bogor Jawa Barat. Kegiatan penelitian meliputi agronomi, sifat kimia, dan sifat biologi tanah. Kegiatan agronomi dilakukan di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Bogor, analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Pengujian Kimia Tanah yang telah terakreditasi oleh ISO / IEC 17025. Sedangkan analisis sifat biologi tanah dilakukan pada bulan September 2017 – Februari 2018 di Laboratorium Mikrobiologi dan Lingkungan di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI).

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini digolongkan berdasarkan parameter yang telah diamati. Kegiatan awal dalam penelitian ini dilakukan persiapan bahan tanam, media tanam dan kegiatan budidaya tanaman. Setelah itu dilakukan pengamatan berdasarkan masing – masing parameter. Adapun parameter yang dilakukan yaitu aspek agronomi seperti fase vegetatif seperti pengamatan tinggi tanaman dan fase generatif (kegiatan pengamatan pada saat panen) yaitu tinggi tanaman, jumlah ruas batang, diameter batang, bobot batang, volume nira dan rendemen tanaman tebu menggunakan *pool brix*.

Kemudian pada fase generatif yaitu pada saat panen, dilakukan pengambilan sampel tanah untuk dilakukan analisis kimia tanah dan biologi tanah. Untuk analisis kimia tanah dilakukan pengujian di Laboratorium Pengujian Kimia Tanah yang telah terakreditasi oleh ISO / IEC 17025 parameter yang digunakan yaitu pH tanah (pH H₂O, pH KCL), C- Organik, C/N rasio, Nitrogen (N), Posfor (P), Kalium (K).

Selain itu pengambilan sampel tanah juga dilakukan untuk analisis sifat biologi tanah. Kegiatan yang dilakukan yaitu analisis total populasi bakteri dan jamur populasi jamur serta identifikasi mikoriza. Selain itu beberapa koloni dari

analisis total populasi bakteri dan jamur juga dilakukan karakterisasi secara makroskopis berdasarkan jenis koloni. Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini tersajikan dalam tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan

Variable penelitian	Alat	Bahan
Penanaman	Cangkul, Cetok, Polibeg	Bagal bibit tebu varietas PSJT 941, tanah komposisi 1:1:2 (top soil: pasir : kompos), Biostimulan , Asam Humat dan Mikoriza
Agronomi		
Parameter	Metode pengujian	Alat dan bahan
Tinggi batang (fase vegetatif dan generatif)	Pengukuran	Alat ukur: Penggaris / meteran, timbangan, <i>hand refractor</i> , <i>beaker glass</i> , pipet tetes, buku tulis
Diameter batang (fase generatif)	Pengukuran	Bahan: nira tebu
Bobot batang (fase generatif)	Penimbangan	
Jumlah ruas batang (fase generatif),	Perhitungan	
Volume nira (fase generatif)	Pengukuran	
Brix (fase generatif)	<i>Pool Brix</i>	
Biologi Tanah		
Total populasi mikroba (bakteri dan jamur) dan karakterisasi secara makroskopis dan identifikasi mikoriza	<i>Total plate count</i> (TPC) <i>Wet sieving</i> (Garderman, 1975)	Alat: kertas saring, <i>beaker glass</i> , <i>autoclave</i> , <i>cover glass</i> , botol semprot, cawan petri, pipet, mikroskop, alat penyaring, timbangan analitik, jarum ose, timbangan analitik, pinset, kamera digital Bahan : sampel tanah, media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA) dan <i>Nutrient Agar</i> (NA), aquades, NaCL

3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI), Bogor Jawa barat menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dilakukan menggunakan 7 (tujuh) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan, sedangkan masing – masing perlakuan terdapat 5 (lima) tanaman. Secara keseluruhan terdapat 105 tanaman. Keterangan perlakuan penelitian tersajikan dalam tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Perlakuan Penelitian

No	Kode	Perlakuan
1.	P1	Kontrol (Tanpa Perlakuan)
2.	P2	Perendaman Budset
3.	P3	Perendaman Budset + Citorin 1x
4.	P4	Perendaman Budset + Citorin 2x
5.	P5	Perendaman Budset + Asam Humat + Citorin 1x
6.	P6	Perendaman Budset + Asam Humat + Mikoriza + Citorin 1x
7.	P7	Perendaman Budset + Asam Humat + Mikoriza + Citorin 2x

Keterangan:

Kode P1 : kontrol (tanaman tidak dilakukan pemberian perlakuan).

Kode P2 : Budset tanaman tebu menggunakan biostimulan Citorin rendam selama 24 jam.

Kode P3 : Budset tanaman tebu menggunakan biostimulan Citorin rendam selama 24 jam dan biostimulan citorin semprot 1 kali

Kode P4 : Budset tanaman tebu menggunakan biostimulan Citorin rendam selama 24 jam dan biostimulan Citorin semprot 2 kali

Kode P5 : Budset tanaman tebu menggunakan biostimulan citorin rendam selama 24 jam, penambahan asam humat dan pemberian biostimulan Citorin semprot 1 kali

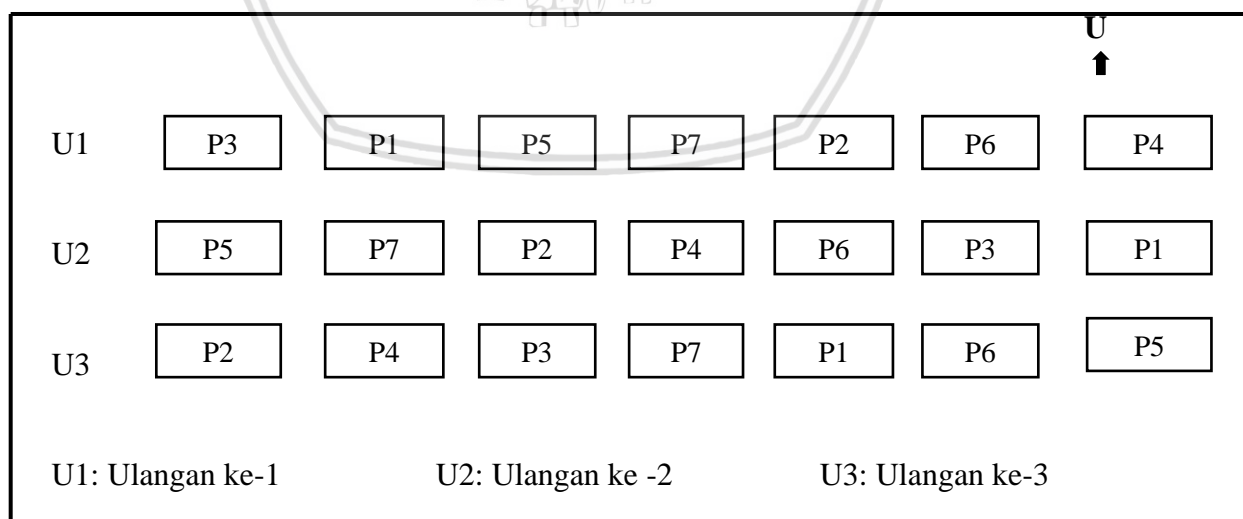
Kode P6 : Budset tanaman tebu menggunakan biostimulan Citorin rendam selama 24 jam, asam humat , mikoriza dan pemberian biostimulan citorin semprot 1 kali

Kode P7 : Budset tanaman tebu menggunakan biostimulan citorin rendam selama 24 jam, penambahan asam humat, mikoriza dan pemberian biostimulan Citorin semprot 2 kali

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Plot Percobaan

Desain plot percobaan pada penelitian, penataan plot yang dilakukan secara acak. Masing – masing plot perlakuan terdapat 5 (lima) tanaman dan 3 (tiga) ulangan yang tersajikan dalam gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Denah Plot Percobaan

3.4.2. Persiapan Media

Persiapan media tanam yang digunakan dalam penelitian ini tanah yang berasal dari lahan percobaan Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI) yang terletak di daerah Ciomas, Jawa Barat. Tanah dimasukkan ke dalam polibeg dengan volume 25 kg dengan perbandingan top soil: pasir: kompos 1:1:2. Asam humat dan mikoriza dicampurkan ke dalam polibeg sebelum dilakukan penanam tanaman tebu. Asam humat yang digunakan berbentuk cair sebanyak 25 ml / polibeg. Mikoriza dicampurkan ke dalam tanah sebanyak 10 gram / polibeg. Bahan tanam yang digunakan bagal tanaman tebu dengan varietas PSJT 941.

3.4.3. Aplikasi Biostimulan Tanaman Tebu

Aplikasi biostimulan citorin dapat dilakukan pada saat pagi hari atau sore hari. Biostimulan Citorin diaplikasikan pada 3 tahapan yaitu tahap pertama, dilakukan dengan cara bagal direndam selama 24 jam dalam larutan Citorin encer dengan melarutkan 1,5 ml, Citorin R dengan 998,5 ml air bersih. Tahap kedua, Citorin S encer, 1ml Citorin S diencerkan dengan 999 ml air bersih kemudian diaplikasikan menggunakan *foliar sprayer* dengan cara disemprotkan daun tanaman tebu yang berumur 30 HST sebanyak 15 ml per tanaman. Pada tahap ketiga dilakukan pada saat tanaman berumur 120 HST dengan dosis 20 ml per tanaman.

3.4.4. Kegiatan Budidaya

Kegiatan budidaya dilakukan seperti pemeliharaan tanaman yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Kegiatan yang dapat dilakukan meliputi pemupukan, penyiraman, penyiangan gulma, penggemburan tanah, dan pengendalian OPT. Pupuk yang digunakan yaitu pupuk majemuk NPK mutiara yang diaplikasikan pada 0 HST (awal tanam), 30 HST dan 120 HST. Pada masing – masing HST dosis yang diberikan sebagai berikut : 0 HST (20 gram / polibeg), 30 HST (10 gram/polibeg), 120 HST (30 gram). Aplikasi pupuk ini dengan cara dibenamkan kedalam tanah yang mendekati rizosfer perakaran tanaman tebu.

Penyiraman dilakukan pada saat awal tanam dan fase vegetatif. Pada fase ini (vegetatif) membutuhkan banyak air untuk proses pembentukan morfologi dan fisiologi tanaman tebu dalam pembentukan rendemen tanaman tebu. Setelah itu

pemeliharaan tanaman tebu dapat dilakukan dengan melihat kondisi perkembangan dan pertumbuhan tanaman tebu seperti melakukan penyiangan gulma, pengelentekan daun kering, penggemburan tanah, serta pengendalian mekanik.

Penyiangan gulma dilakukan dengan cara mencabut gulma pada polibeg. Kegiatan pengelentekan daun kering dilakukan ketika tanaman tebu sudah mencapai 150 HST, Pengelentekan ini dilakukan ketika daun mengalami kering. Selain itu juga melakukan penggemburan tanah. Penggemburan tanah dilakukan dengan menggunakan alat berupa cetok (sendok tanah) tujuan dari kegiatan ini agar tanah pada polibeg tidak terjadi pemadatan tanah sehingga akar mampu menyerap unsur hara secara optimal. Kegiatan pengendalian mekanik dapat dilakukan jika populasi hama dapat dikendalikan, namun jika populasi hama tidak dapat dikendalikan menggunakan pengendalian secara kimiawi yaitu dengan cara aplikasi pestisida.

Panen dapat dilakukan jika usia tanaman tebu sudah mencapai 10 – 11 bulan. Berdasarkan penelitian ini kegiatan pemanenan dilakukan pada saat umur tanaman mencapai 48 HST. Kegiatan pemanenan dilakukan berdasarkan seperti warna batang lebih gelap dibandingkan dengan awal, warna daun yang menguning secara serempak dan daun banyak yang gugur, bertambah lebar diameter batang dibandingkan dengan fase vegetatif.

3.4.5. Pengamatan Fase Vegetatif dan Generatif Tanaman Tebu

Pengamatan tanaman tebu yang dilakukan pada fase ini meliputi pengamatan tinggi batang, jumlah anakan, sedangkan pada fase generatif (panen) kegiatan yang dilakukan pengukuran tinggi batang, diameter batang, jumlah ruas, bobot batang, volume nira hingga rendemen tebu.

Pengamatan tanaman tebu dilakukan pada fase vegetatif dan generatif dengan parameter tinggi batang tanaman tebu yang dilakukan selama 2 minggu sekali, sedangkan pengamatan saat panen diantaranya tinggi tanaman tebu (panen), jumlah ruas, diameter batang, bobot batang, volume nira dan brix. Pengamatan tinggi batang dilakukan berdasarkan konsensus yang telah ditetapkan dengan cara mengukur dari pangkal batang (diatas permukaan tanah) hingga ruas atas bagian batang tanaman tebu.

Pengamatan ruas tanaman tebu dilakukan ketika panen dengan cara menghitung jumlah ruas batang pada masing - masing perlakuan, sedangkan pengamatan diameter batang dilakukan dengan membagi atas 3 bagian diantaranya bagian bawah, tengah dan atas. Pengamatan bobot batang dilakukan dengan cara memotong batang tanaman menjadi beberapa bagian setelah itu ditimbang.

Jumlah nira tanaman tebu didapatkan dengan cara batang tanaman tebu digiling dengan menggunakan mesin penggiling, kemudian diukur menggunakan gelas ukur setelah itu, diambil beberapa mili untuk dilakukan uji brix menggunakan alat berupa *Refractometer*. Penggunaan alat *Refractometer* dengan cara mengambil nira dengan menggunakan pipet tetes, kemudian teteskan nira ke kaca *refractometer* kemudian akan diperoleh nilai brix.

3.4.9. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada saat tanaman mulai panen, yang dilakukan secara acak kemudian sampel tanah dilakukan secara komposit. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada masing – masing perlakuan, dengan cara menggunakan cetok (sendok tanah) pada kedalaman 5 cm dari perakaran sebanyak 100 gram kemudian dimasukkan ke dalam plastik. Pengambilan sampel tanah ini digunakan untuk analisis sifat kimia dan biologi tanah.

3.4.10. Analisis Total Populasi Mikroba

Analisis total populasi mikroba dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Lingkungan di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri (PPBBI) Bogor, Jawa Barat. Analisis ini dengan menggunakan metode TPC (*Total Populasi Count*) yaitu jika koloni yang tumbuh tidak merata maka dapat dilakukan dengan cara menghitung semua koloni yang tumbuh pada cawan petri tersebut. Jika koloni yang tumbuh menyebar/ rata maka dapat dilakukan dengan cara membagi cawan petri menjadi 4 kuadran, kemudian dilakukan perhitungan pada salah satu kuadran kemudian di kalikan dengan 4.

Media yang digunakan dalam analisis total populasi menggunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan media NA (*Nutrient Agar*). Media PDA digunakan untuk perkembangbiakan populasi jamur sedangkan media NA digunakan untuk perkembangbiakan populasi bakteri. Untuk pembuatan media

PDA (*Potato Dextrose Agar*) menggunakan PDA berbentuk powder kemudian ditimbang sebanyak 15,6 g, larutkan dalam aquades sebanyak 400 ml masukkan ke dalam tabung *erlenmeyer*. Setelah itu dihomogenkan dengan cara digoyang-goyangkan hingga PDA dapat larut secara merata. Tutup tabung *erlenmeyer* dengan menggunakan sumbat (kapas yang telah terlapisi oleh kasa). Tujuan dari pembuatan sumbat ini agar media tidak terkontaminasi oleh udara maupun benda – benda asing lainnya. Setelah itu dilakukan *Autoclave* (sterilisasi bahan) dengan tekanan 1 atm dengan suhu 121°C .

Pembuatan media NA (*Nutrient Agar*) dengan cara timbang NA dalam bentuk powder sebanyak 11,2 g kemudian larutkan ke dalam 400 ml aquades ke dalam tabung Erlenmeyer, setelah itu homogenkan hingga NA dapat larut secara merata. Tutup tabung Erlenmeyer dengan menggunakan sumbat. Setelah itu lakukan autoclave dengan tekanan 1,2 atm dengan suhu 121°C .

- Pembuatan Larutan Fisiologis (LF) sebagai berikut:

Larutan fisiologis merupakan larutan steril yang digunakan untuk melakukan pengenceran pada analisa total populasi mikroorganisme. Bahan yang digunakan untuk pembuatan larutan fisiologis berupa NaCL sebanyak 2.125 g dan Aquades sebanyak 250 ml yang telah homogen kemudian larutan fisiologis dimasukkan ke dalam *beaker glass* sebanyak 90 ml sedangkan untuk proses pengenceran masing – masing tabung reaksi sebanyak 9 ml kemudian dilakukan *autoclave* dengan tujuan agar larutan fisiologis steril agar proses pengenceran tidak terjadi kontam.

- *Plating* (Isolasi Mikroba)

Isolasi mikroba bertujuan untuk mengembangbiakkan mikroba pada media yang telah ditentukan. Sebelum melakukan isolasi mikroba dilakukan pengenceran terlebih dahulu. Metode yang digunakan dalam isolasi ini adalah metode *spread* (sebar/ rata) sedangkan untuk perhitungan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC).

Pada bakteri menggunakan pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-5} sedangkan untuk jamur menggunakan pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-3} . Prosedur dalam melakukan *plating* (isolasi) yaitu memasukkan 10 gram sampel tanah ke dalam 90 ml larutan fisiologis steril ke dalam botol jam kemudian *shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 150 Rpm, kemudian melakukan pengenceran. Proses

pengenceran dilakukan di dalam laminar bertujuan untuk mengurangi terjadinya kontaminasi, pengenceran dilakukan dengan cara mengambil 1 ml dari sampel tanah yang sudah tercampur dengan larutan fisiologis, kemudian 1 ml tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi.

Proses pengenceran dilakukan di dalam laminar. Masukkan masing – masing pengenceran ke dalam *petridish* yang sudah terdapat media agar yang padat, kemudian lakukan *spread* (sebar) dengan menggunakan batang L secara merata. Selanjutnya tutup *petridish* kemudian *seal*. Tujuan dari *seal* ini untuk mengantisipasi terjadinya kontaminasi.

3.4.11. Identifikasi Mikoriza

Identifikasi Mikoriza dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Lingkungan menggunakan metode *wet sieving* (penyaringan basah) yang telah diuraikan oleh Garderman, (1975). Pengambilan sampel tanah sebanyak 10 g ke gelas piala setelah itu masukkan ke dalam 100 ml air (H_2O) kemudian homogenkan dengan cara diaduk hingga sampel tanah larut dalam air tersebut. Tunggu hingga 25 menit agar sampel tanah tersebut mengendap setelah sampel mengendap dilakukan penyaringan. Penyaringan sampel tanah menggunakan saringan dengan ukuran 325μ . Kemudian disaring menggunakan kertas saring. Kertas saring dimasukkan ke dalam *petri dish* (cawan petri) untuk diamati menggunakan jarum ose dan mikroskop untuk membantu dalam pengamatan.

3.5 Analisa Data

Analisis data menggunakan Genstat untuk analisis sidik ragam atau Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh dari seluruh perlakuan terhadap semua parameter, jika berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut uji *Duncan's Multiples Range Test* (DMRT) dengan taraf 5% digunakan untuk mengetahui perbedaan antara 2 perlakuan. Sedangkan untuk korelasi dan regresi menggunakan Microsoft excel, korelasi dan regresi ini digunakan untuk mengetahui pengaruh nyata hubungan antara variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Dan Pembahasan

4.1.1. Parameter Pengamatan Tinggi Batang

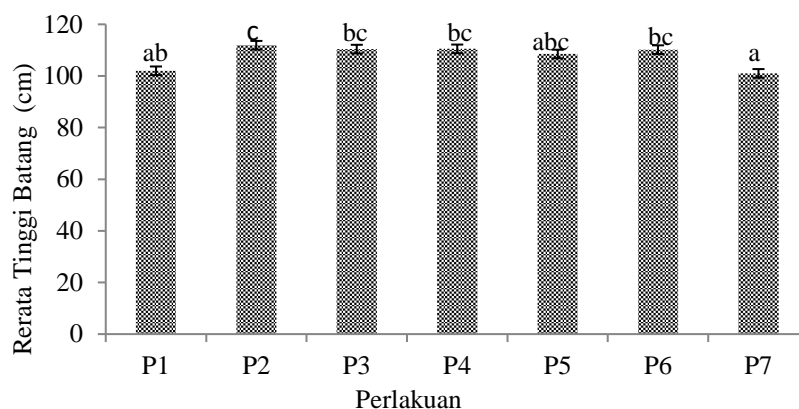
Pengamatan vegetatif tinggi batang pada masing – masing perlakuan dilakukan pada saat tanaman berumur 12 MST, 14 MST, 16 MST, 18 MST, 20 MST, 22 MST, 24 MST, 26 MST dan 48 MST. Data sumber keragaman tersajikan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Data Sumber Keragaman Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tebu

Waktu Pengamatan (MST)	F Hitung	F Probability
12 MST	1,59	0,22
14 MST	1,69	0,20
16 MST	1,14	0,39
18 MST	2,79	0,05*
20 MST	2,1	0,12
22 MST	1,37	0,29
24 MST	1,73	0,19
26 MST	1,74	0,19
48 MST	6,06	0,003*

Keterangan: Apabila $p < 0,05$ berbeda nyata, apabila $p > 0,05$ tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata (**) = sangat berbeda nyata.

Berdasarkan data uji ANOVA diperoleh bahwa hasil sumber keragaman pada tinggi batang vegetatif menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) dan berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Pada 12 MST, 14 MST, 16 MST, 20 MST, 22 MST, 24 MST, dan 26 MST memberikan hasil tidak berpengaruh nyata yaitu ($p > 0,05$), namun pada 18 MST menunjukkan hasil berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Hasil yang menunjukkan berpengaruh nyata kemudian dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5%.



Gambar 7. Grafik Pengaruh Biostimulan terhadap Rerata Tinggi Batang 18 MST Fase Vegetatif

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

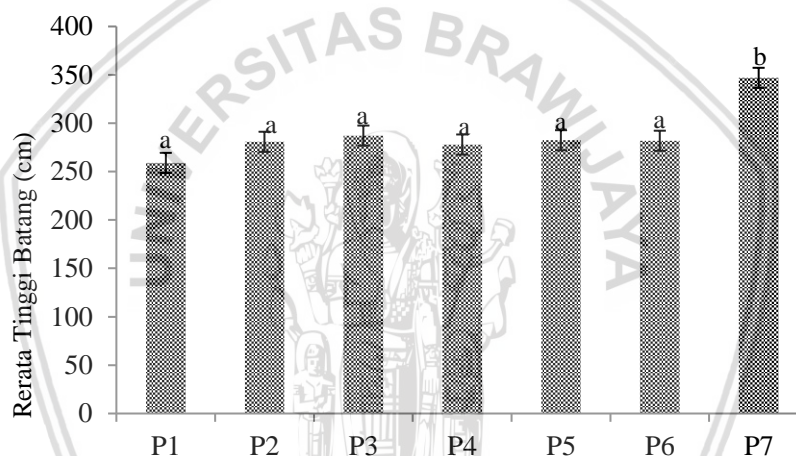
Pemberian biostimulan berpengaruh terhadap tinggi batang vegetatif 18 MST dengan hasil sidik ragam berpengaruh nyata yaitu $p < 0,05$. Dari uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% menunjukkan proses pertumbuhan yang signifikan terhadap perlakuan P2 (Perendaman budset) dengan rerata batang tertinggi sebanyak 111,9 cm sedangkan rerata terendah 101 cm dari perlakuan P7 (Perendaman budset, asam humat, mikoriza dan penyemprotan citorin 2 kali). Tinggi vegetatif yang signifikan pada 18 MST memberikan hasil berpengaruh nyata nilai $p < 0,05$. Dari semua perlakuan yang dilakukan didapatkan bahwa pada uji lanjut perlakuan terbaik dan efektif pada fase vegetatif yaitu pada perlakuan P2 (Perendaman budset) yang artinya bahwa pemberian biostimulan pada perlakuan ini bakal tanaman tebu dilakukan perendaman selama 24 jam dengan menggunakan biostimulan dengan ekstrak rumput laut (*Sea weed*).

Menurut Ertani *et al*, (2012) bahwa penambahan biostimulan untuk tanaman juga mampu memodifikasi morfologi akar tanaman dengan cara hampir mirip seperti IAA yang menunjukkan menginduksi akuisisi respon nutrisi yang mendukung penyerapan nutrisi melalui peningkatan di permukaan. Latique (2013) melaporkan bahwa aplikasi ekstrak rumput laut (*Sea weed*) pada tanaman kacang dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif pada konsentrasi rendah 25 % dari *Fukus spiralis* dan 15 % dari *Ulva rigida*.

Pada fase vegetatif bakal tanaman seperti bagian akar tumbuhan dan jaringan dari tanaman tebu lebih cepat merespon yang diakibatkan dari pemberian

biostimulan ini. Biostimulan ekstrak rumput laut (*Sea weed*) berperan sebagai zat pengatur tumbuh karena didalamnya terdapat beberapa senyawa – senyawa kimia yang mampu untuk merespon organ jaringan untuk melakukan pembelahan sel, dan pemanjangan sel tanaman tebu. Masing – masing senyawa kimia memiliki fungsi yang berbeda, seperti auksin berperan dalam proses fisiologi tumbuhan, seperti pertumbuhan, pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein (Sedayu, 2014).

Sedangkan hasil dari fase generatif pada saat panen dengan umur tanaman tebu 48 MST juga menunjukkan hasil yang signifikan berpengaruh nyata $p > 0,05$, kemudian dilakukan uji lanjut uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) disajikan pada gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik Pengaruh Biostimulan Terhadap Tinggi Batang 48 MST Fase Generatif

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Pemberian biostimulan ekstrak rumput laut, asam humat dan mikoriza memberikan hasil yang efektif terhadap tinggi batang 48 HST. Dari hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% menunjukkan hasil berpengaruh nyata ($p < 0,05$) hal ini dikarenakan perlakuan P7 pemberian biostimulan pada lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan hal ini dibuktikan dengan hasil rerata tertinggi sebanyak 346,9 cm dibandingkan dengan rerata P1(kontrol) memiliki tinggi 259 cm. Tinggi batang tanaman pada fase generatif 48 MST juga memberikan hasil pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan fase vegetatif 18 MST, pada fase generatif ini pemberian biostimulan lebih efektif pada perlakuan

P7 (Perendaman budzet, Asam Humat, Mikoriza dan Citorin 2x). Perbedaan efektivitas terhadap masing – masing perlakuan dikarenakan kombinasi yang saling keterkaitan antara biostimulan rendam, asam humat, mikoriza dan pemberian biostimulan dengan cara semprot 2 kali, oleh karena itu aktivitas dari berbagai perlakuan ini mampu bekerja secara sinergi dan bersamaan dalam menunjang pertumbuhan tanaman tebu, selain itu proses ini juga dipengaruhi oleh faktor gen dan beberapa hormon. Taha *et al*, (2011) melaporkan bahwa menambahkan ekstrak rumput laut memberikan hasil positif dan signifikan terhadap pertumbuhan perkecambahan tanaman timun (*Cucumis sativus L*) dibandingkan dengan tanaman timun (*Cucumis sativus L*) tanpa perlakuan (kontrol).

Pemanjangan jaringan pada organ tebu juga dipengaruhi oleh beberapa hormon salah satunya auksin yang berperan sebagai pemacu atau mempercepat proses pemanjangan akar, batang dan pembelahan sel sehingga proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu pada dari fase vegetatif menuju fase generatif lebih cepat dan optimal dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Craige (2011) melaporkan bahwa hormon sitokinin, asam absisat, auksin, giberellin, dan senyawa lainnya seperti sterol, poliamina masuk dalam senyawa ekstrak rumput laut.

Pada fase generatif 48 MST terjadi penyerapan nutrisi yang optimal hal ini dikarenakan pada fase generatif mengalami fase kemasakan untuk pembentukan sukrosa. Berdasarkan penelitian dari Ambrosano *et al*, (2010) bahwa tingkatkan koloni dengan Jamur Mikoriza Arbuscula relatif tinggi tanaman di semua jenis tanaman yaitu 64% terhadap infeksi akar pada kacang hijau, kacang, kedelai, bunga matahari dan kacang beludru. Selain itu kolonisasi dengan Jamur Mikoriza Arbuscula memberikan nilai korelasi positif untuk tinggi tanaman tebu pada pemotongan pertama.

4.1.2. Parameter Pengamatan Jumlah Anakan Vegetatif

Pengamatan jumlah anakan vegetatif dilakukan dengan cara menghitung jumlah anakan tanaman tebu pada masing – masing perlakuan. Pengamatn ini dilakukan saat tanaman berumur 12 MST, 14 MST, 16 MST, 18 MST, 20 MST,

22 MST, 24 MST dan 26 MST. Uji sidik ragam (anova) tersajikan dalam tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Sumber Keragaman Jumlah Anakan Vegetatif

Waktu Pengamatan (MST)	F Hitung	F Probability
12 MST	1,53	0,24
14 MST	1,86	0,15
16 MST	1,09	0,41
18 MST	1,16	0,38
20 MST	1,51	0,24
22 MST	2,2	0,10
24 MST	0,65	0,68
26 MST	2,24	0,07

Keterangan : Apabila $p < 0,05$ berbeda nyata, apabila $p > 0,05$ tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata (***) = sangat berbeda nyata

Jumlah anakan pada penelitian ini dari hasil sidik ragam (anova) memberikan hasil yang tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada semua masa tanam 12 MST, 14 MST, 16 MST, 18 MST, 22 MST, 24 MST dan 26 MST. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pada interaksi perlakuan biostimulan, asam humat dan mikoriza kurang efektif terhadap pertumbuhan jumlah anakan dibandingkan dengan parameter lainnya. Hal ini diduga bahwa ketersediaan unsur hara N yang kurang optimal sehingga jumlah anakan pada penelitian ini tidak signifikan. Menurut Salter dan Bonnet (2000) mengindikasikan bahwa tanah yang memiliki kandungan nitrogen tinggi menjadi salah satu faktor yang memberikan pengaruh terhadap produksi anakan sampai pada akhir mendekati panen.

4.1.3. Parameter Pengamatan pada Produktivitas Tanaman Tebu

Pada fase ini tanaman sudah mampu secara visual kematangan dan kemasakan tanaman yang sudah optimal sehingga diperlukan proses pemanenan. Adapun parameter pada saat panen yang dilakukan diantaranya pengamatan diameter batang, jumlah ruas batang, bobot batang, volume nira dan brix. Dari hasil tersebut dilakukan uji sidik ragam (Anova) yang tersajikan dalam tabel 5.

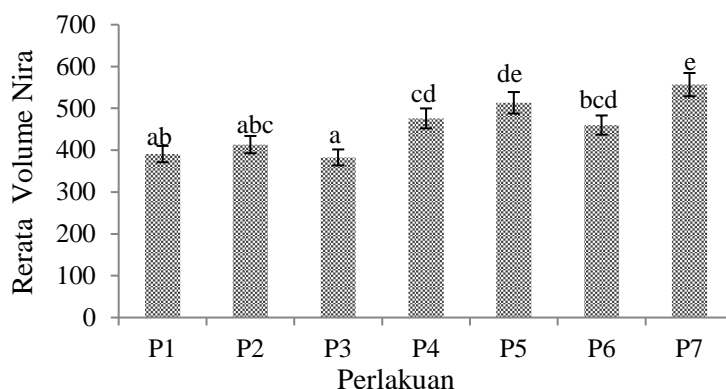
Tabel 5. Sumber Keragaman Produktivitas Fase Generatif

Parameter	F Hitung	F Probability
Ruas Batang	1,43	0,271
Diameter Batang	5,52	0,004*
Bobot Batang	1,69	0,196
Volume Nira	8,82	<0,01**
Brix	2,92	0,046*

Keterangan : Apabila $p < 0,05$ berbeda nyata, apabila $p > 0,05$ tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata (**) = sangat berbeda nyata

Dari uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% diperoleh bahwa diameter dengan rerata terbesar diperoleh dari perlakuan P5 yaitu 8,702 cm sedangkan rerata terkecil diperoleh dari perlakuan kontrol (P1) yaitu 7,831 cm. Perkembangan diameter batang diduga dipengaruhi oleh ekstrak dari rumput laut (*Sea weed*) dan Asam humat yang mampu mempengaruhi terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Perkembangan diameter ini diduga dipengaruhi oleh hormon gibberellin yang terdapat di dalam ekstrak rumput laut tersebut sehingga giberelin digunakan sebagai zat pengatur tumbuh yang berperan sebagai pemacu terhadap pembelahan sel kambium. Oleh karena itu diameter pada perlakuan P5 (Perendaman budzet, Asam Humat, Citorin 1x) mengalami peningkatan terbaik dibandingkan dengan kontrol (P1). Menurut literatur hormon auksin jika dikombinasikan dengan gibberellin dapat memacu terhadap perkembangan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel pada kambium pembuluh sehingga mendukung pembesaran diameter batang / *thallus* (Basmal, 2009).

Volume nira dan rendemen tebu merupakan faktor yang mempengaruhi terhadap jumlah produksi sukrosa di dalam tanaman tebu. Dengan demikian semakin tinggi hasil rendemen juga dipengaruhi oleh kualitas pembentukan sukrosa itu sendiri. Hasil dari uji DMRT taraf 5% pada volume nira juga memberikan hasil yang signifikan yang tersajikan dalam gambar grafik 15 sebagai berikut :



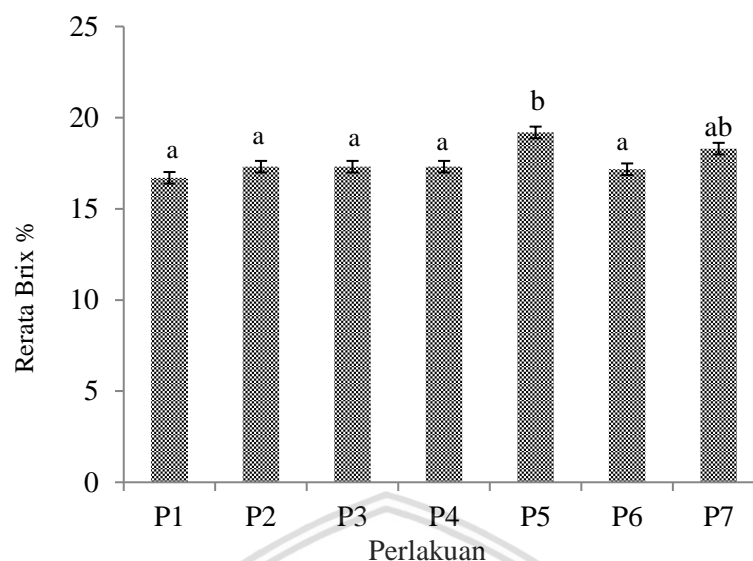
Gambar 9. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Volume Nira

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Biostimulan secara kombinasi dengan asam humat dan mikoriza memberikan hasil yang berbeda terhadap peningkatan volume nira pada tanaman tebu ini. Berdasarkan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5 % menunjukkan hasil rerata volume tertinggi pada perlakuan P7 (Perendaman budzet, asam humat dan mikoriza) sebanyak 556,7 ml sedangkan rerata terendah diperoleh dari perlakuan P3 (Perendaman budzet, citorin 1 x) yaitu 382,7 ml. Hal ini dikarenakan senyawa – senyawa kimia yang terdapat di dalam ekstrak rumput laut (*Sea weed*) seperti unsur hara NPK juga mempengaruhi terhadap proses fotosintesis begitu juga dengan asam humat dan inokulan mikroba (bakteri dan jamur) yang bersimbiosis dengan tanaman.

Asam humat juga mempengaruhi terhadap struktur dan bentuk perakaran tanaman oleh karena itu proses penyerapan unsur hara di dalam tanah dapat optimal dan juga dipengaruhi oleh interaksi inokulan mikroba yang mampu mempengaruhi terhadap morfologi pembentukan akar, sehingga proses pengangkutan nutrisi dari xilem untuk menyerap air dan nutrisi (unsur hara) kemudian di translokasi kan untuk proses fotosintesis.

Nilai brix digunakan untuk mengetahui tingkat kandungan sukrosa didalam tebu. Berdasarkan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% tersajikan dalam gambar grafik 16 sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap rerata Brix

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Berdasarkan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5 % memberikan hasil bahwa pada perlakuan P5 (Perendaman budset, asam humat, dan mikoriza, citorin 1 x) memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan P5 (Perendaman budset, asam humat, dan mikoriza, citorin 1 x) memiliki kandungan brix tertinggi yaitu 19,19 % sedangkan kandungan brix terendah pada perlakuan P1 (Kontrol) yaitu 16,7 %. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai brix juga berpengaruh terhadap hasil rendemen. Soemarno (2010) menjelaskan bahwa pembentukan rendemen dilakukan melalui reaksi fotosintesis kemudian hasilnya berupa gula sukrosa di translokasikan dan disimpan di batang tanaman tebu.

Civiero, *et al* (2013) menambahkan bahwa asam humat yang kuat dapat mempengaruhi terhadap peningkatan luas permukaan pada tanaman tebu ($1478,64 \text{ cm}^2$), volume ($38,91 \text{ cm}^3$) dan massa kering akar mencapai 4,66 gram / tanaman dibandingkan dengan yang lainnya. Pemberian ekstrak rumput laut membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman, pemanjangan sel, nutrisi dan kadar gula (sukrosa) pada tanaman tebu dan proses fisiologis tanaman terhadap pertumbuhan akar dan pengembangan bunga dan proses pembungaan (Desimukh, 2013). Inokulasi mikoriza di pembibitan tanaman tebu meningkatkan persentase

perkecambahan bibit, jumlah anakan, panjang ruas, hasil tebu, kemurnian gula dan nilai brix batang (Surendran and Vani, 2013).

4.1.4 Parameter Sifat Kimia Tanah pada Saat Panen

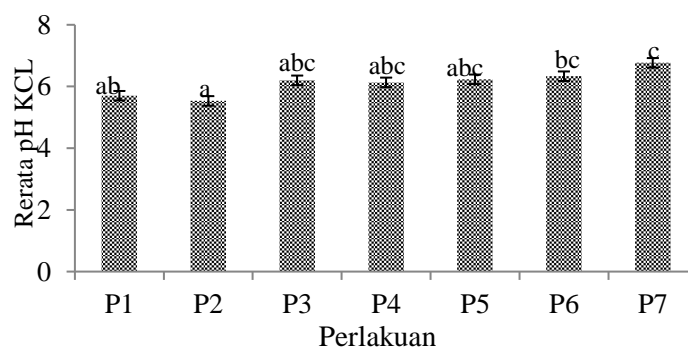
Sifat kimia tanah digunakan untuk menentukan tingkat kesuburan pada suatu tanaman maupun tanah. Pada penelitian ini uji kimia tanah diantaranya analisis pH tanah H₂O, pH KCL, C-Organik, C/N rasio dan ketersediaan Nitrogen, Fosfor dan Kalium di dalam tanah. Hasil dari uji sidik ragam (Anova) terhadap sifat kimia tanah terlampir pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Data Sidik Ragam Sifat Kimia Tanah

Sifat Kimia Tanah	F Hitung	F Probability
pH H ₂ O	2,28	0,096
pH KCL	3,01	0,042*
C - Organik	0,8	0,585
C / N Rasio	3,2	0,003*
Nitrogen	5,74	0,003*
Fosfor	4,15	0,013*
Kalium	7,6	<,001 *

Keterangan: Apabila $p < 0,05$ berbeda nyata, apabila $p > 0,05$ tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata (**) = sangat berbeda nyata

Hasil sidik ragam sumber keragaman (ANOVA) pemberian biostimulan, asam humat dan mikoriza pada sifat kimia tanah menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) dan berpengaruh nyata ($p < 0,05$). pH KCL, C / N rasio, Nitrogen, dan Fospor memberikan hasil yang berpengaruh nyata yaitu $p < 0,05$ kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5 %. Hasil dari uji lanjut DMRT 5% pada uji pH KCL tersajikan dalam gambar grafik 11 sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata pH KCL

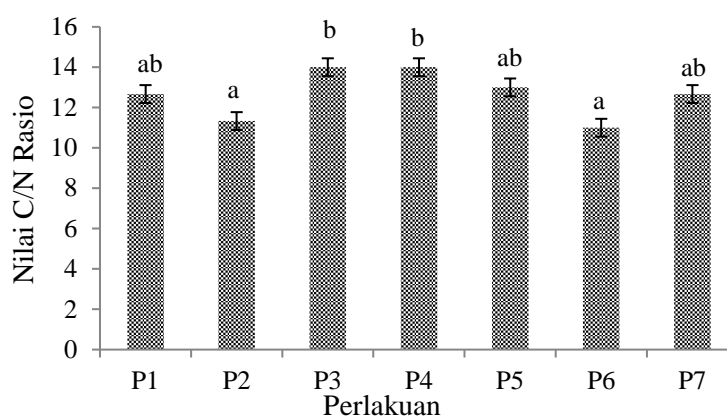
Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

pH tanah digunakan untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Penggunaan kombinasi antara biostimulan, asam humat dan mikoriza dapat mempengaruhi keadaan pH tanah. Dari uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% bahwa pada perlakuan P7 rerata pH KCL yaitu 6,76 sedangkan rerata terendah pada perlakuan P2 yaitu 5,53. Pada perlakuan P7 tanah memiliki pH netral dibandingkan dengan P2 yang memiliki tingkat kemasaman yang tergolong agak masam (Balittan, 2009).

Hal ini diduga asam humat memberikan pengaruh terhadap perubahan pH, meningkatnya pH tanah sebagai akibat dari pemberian asam humat yang disebabkan oleh pelepasan ion OH^- dan asam – asam organik yang bersumber gugus karboksi ($-\text{COOH}$) dan senyawa fenol. Ion OH^- akan menetralkan ion H^+ yang berada dalam tanah / yang terjerap sehingga konsentrasi ion H^+ dapat ditukar menjadi turun (Sarifuddin, 2017). Hal ini juga dijelaskan bahwa kation – kation basa seperti Ca, Mg, dan K dapat diganti kedudukannya dengan ion Al^{3+} dapat dipertukarkan yang diabsorpsi oleh tanah, sehingga memberi dampak pada konsentrasi Al^{3+} dan H^+ menurun. Bersamaan dengan itu ion OH^- meningkat sehingga pH tanah dapat meningkat (Buckman and Brady, 1982).

pH dengan tingkat kemasaman tinggi dapat mengakibatkan rendahnya ketersediaan Fosfor yang dapat digunakan oleh tanaman, sementara unsur hara Fe dan Cu dapat meningkat sehingga menyebabkan toksik terhadap pertumbuhan bibit (Rousk *et al*, 2010). Selain itu pH juga digunakan untuk mengetahui kondisi atau lingkungan mikroorganisme seperti bakteri atau fungi agar dapat tumbuh secara optimal. Menurut MC Kinney (2004) bahwa pertumbuhan optimum untuk bakteri tercapai pada pH tanah minimum pH 5, sementara pada jamur (fungi) berkembangbiak secara maksimal pada pH 4,5.

Uji analisis kimia tanah seperti C / N rasio juga memberikan hasil yang berpengaruh nyata yaitu nilai $p < 0,05$ sehingga dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5%. Berikut grafik dari hasil uji lanjut DMRT taraf 5 % tersajikan dalam gambar berikut :

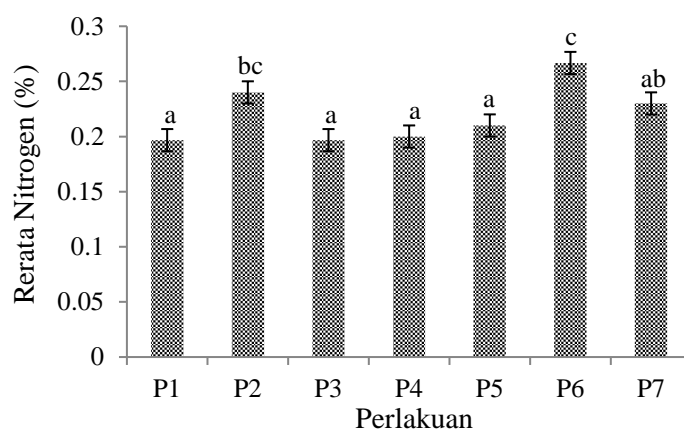


Gambar 12. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata C/N ratio

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Pemberian biostimulan, asam humat dan mikoriza memberikan pengaruh yang berbeda – beda terhadap sifat kimia tanah salah satunya C / N rasio. Nilai C / N rasio digunakan untuk mengukur keseimbangan unsur hara. Dari sidik ragam (anova) menunjukkan bahwa C/N rasio berpengaruh nilai $p < 0,05$ (lihat tabel 5), dari hasil uji DMRT taraf 5% rerata tertinggi didapatkan pada perlakuan P3 dan P4 sebanyak 14, sedangkan rerata terendah pada perlakuan P6 sebanyak 11. Dengan demikian pemberian perlakuan terhadap C/ N termasuk dalam kategori sedang. Menurut Balittan (2009) bahwa nilai C/ N rasio dengan kategori sedang jika memiliki nilai antara 11-15. C/N rasio juga dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu jumlah populasi mikroba. Pada masing - masing perlakuan total populasi yang beragam menyebabkan kandungan karbon di dalam tanah berbeda. Menurut Ritz *et al*, (2010) biota tanah berperan terhadap siklus karbon, siklus nutrisi, struktur tanah, peranan biotik dan mutualisme yang mempengaruhi kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman.

Unsur hara merupakan faktor penting yang digunakan untuk mensuplai / menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dalam proses metabolisme. Pengaruh perlakuan pemberian biostimulan, asam humat dan mikoriza terhadap ketersediaan Nitrogen, dan Fosfor. Dari uji sidik ragam ANOVA pada analisis Nitrogen menunjukkan berpengaruh nyata (nilai $p < 0,05$) kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5 % yang tersajikan dalam grafik sebagai berikut :

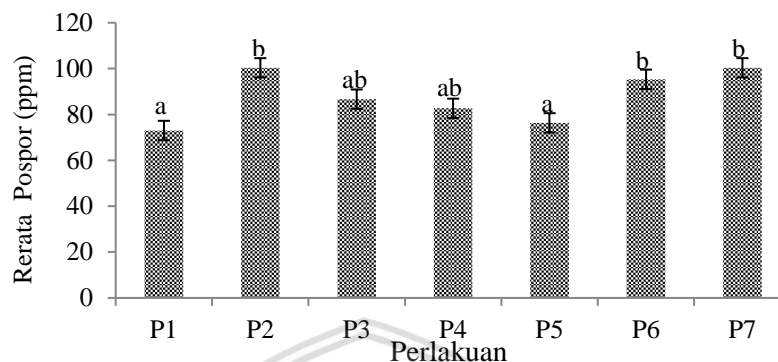


Gambar 13. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Ketersediaan N di dalam Tanah
Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Dari hasil uji lanjut DMRT taraf 5% memberikan hasil ketersediaan Nitrogen tertinggi pada perlakuan P6 (Perendaman budset, asam humat, mikoiza dan citorin 1x) yaitu 0.2667% sedangkan ketersediaan nitrogen terendah diperoleh dari perlakuan P1 (kontrol) dan P3 (Perendaman budset, citorin 1x) yaitu 0.1967 %. Ketersediaan Nitrogen pada perlakuan P6 (Perendaman budset, asam humat, mikoiza dan citorin 1x) ini memiliki kategori ketersediaan N yang sedang dibandingkan dengan perlakuan P1 (kontrol) yang memiliki ketersediaan N yang sangat rendah yaitu <0,1 % (Balittan, 2009).

Biostimulan ekstrak rumput laut (*Sea weed*) dan asam humat terdapat beberapa hormon dan mineral penting yang bekerja secara bersamaan yang berperan sebagai penyedia unsur hara. Rumput laut mengandung komponen mineral mikro seperti zink, besi, cobalt, molibdate, dan boron yang berasal dari laut (Jimenez *et al*, 1999). Begitu juga humat mampu meningkatkan serapan hara dan efisiensi penggunaan nutrisi dan meningkatkan kualitas tanaman. Hal ini dikarenakan terjadinya penumpukan bahan - bahan organik yang berasal dari sisa bagian tanaman yang telah lapuk maka terjadi proses dekomposisi sehingga bahan organik membentuk asam – asam organik seperti asam humat atau asam fulvat sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara (Utami *et al*, 2000). Peningkatan kandungan N, P dan K total (Jardin, 2015) selain itu, berdasarkan penelitian pemberian biostimulan ekstrak rumput laut (*Sea weed*) dengan cara *foliar sprayer* lebih efektif karena bagian tanaman (stomata daun) mampu menyerap senyawa –

senyawa yang terdapat dalam rumput laut. Ketersediaan dan penyerapan dari beberapa elemen unsur hara seperti Ca, Na, K, Mg, N dan Zn yang terdapat di dalam ekstrak rumput laut (*Sea weed*) tersebut (Ramya, *et al*, 2011).



Gambar 14. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Ketersediaan P (Residu P) di dalam Tanah

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Ketersediaan Fosfor juga memberikan hasil yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Pada uji lanjut DMRT taraf 5 % bahwa rerata tertinggi ketersediaan Fosfor di dalam tanah diperoleh dari perlakuan P2 dan P7 yaitu 100,33 ppm sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan P1 (kontrol) yang memiliki kandungan Fosfor lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 73 ppm. Menurut Balittan (2009) bahwa nilai Fosfor di dalam tanah dapat diartikan sangat tinggi jika memiliki nilai $P > 20$. Jadi dengan pemberian biostimulan, asam humat dan mikoriza mampu meningkatkan ketersediaan Fosfor yang sangat tinggi dibandingkan dengan ketersediaan unsur hara Nitrogen dan Kalium.

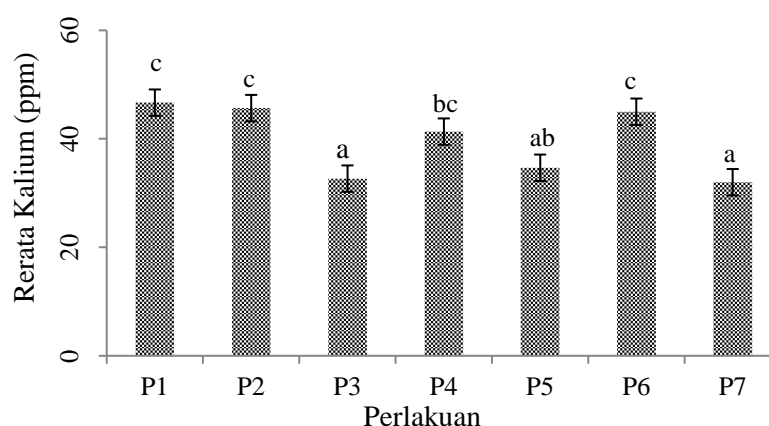
Ketersediaan Fosfor juga dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme (bakteri dan jamur) yang mampu mensekresi sejumlah asam organik seperti asam – asam format, asetat, propionate, laktonat, glikonat, fumarat, dan suksinat. Beberapa diantara asam ini mungkin membentuk khelat dengan Ca, Fe mengakibatkan pelarutan Fosfat yang efektif sehingga mampu meningkatkan ketersediaan Fosfor (Rao, 1994). Selain itu juga dipengaruhi oleh cendawan mikoriza, jamur ini mampu menginfeksi akar tanaman sehingga jamur ini mengeluarkan senyawa - senyawa enzim salah satu enzim fosfatase.

Hal ini juga dijelaskan oleh Fuady, (2013) bahwa Cendawan mikoriza memiliki enzim Fosfatase yang mampu menghidrolisis senyawa phytat. Senyawa

phytat merupakan senyawa fosfat kompleks yang terdapat didalam tanah sebanyak 20 % hingga 50 % dari total fosfat organik yang digunakan sebagai *chelate* pada kation – kation seperti Kalsium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Zn^{2+} , Fe^{2+} dan protein. Enzim fosfatase yang dihasilkan oleh MVA mampu melepaskan P dari ikatan – ikatan spesifik. Mekanisme ini dirangsang oleh keberadaan asam – asam fosfatase yang terdapat pada hifa MVA, sehingga P anorganik dibebaskan dari sumber P organik pada daerah permukaan sel akar, sehingga dapat diserap melalui serapan hara. Aktivitas enzim fosfatase dipacu dengan adanya asam – asam fosfatase yang terdapat pada hifa MVA yang sedang aktif (Nurhayati, 2012).

Menurut Hajiboland *et al*, (2009) bahwa proses mikroba, ekologi tanaman dan pertanian, mikoriza memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap peningkatan unsur hara P dan K yang ada di dalam tanah. Pada penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan P total tertinggi sebanyak 100,3% pada P7 dibandingkan dengan perlakuan P1 (kontrol) yang hanya 73%. Pramanik *et al*, (2009) menambahkan bahwa asam humat yang diaplikasikan ke tanah dapat meningkatkan solubilisasi batuan (*Prs*) melalui kompleksitas kation, Ca dan Fe yang hadir dalam sehingga dapat merusak mineral fosfat dan meningkatkan ketersediaan P. Prosentase ketersediaan P total ini juga dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah seperti bakteri dan jamur begitu juga pengaruh dari inokulasi mikoriza terhadap akar tanaman tebu dan asam humat. Kolonisasi mikoriza meningkatkan kemampuan supresi penyakit tanaman inang. AMF terjadi secara alami dan merupakan komponen penting dari system tanah tropis (Cardoso dan Kuyper, 2006). AMF membentuk asosiasi alami dengan beberapa tanaman termasuk tanaman semusim, sayuran, dan tanaman industri (Naheer, 2013).

Ketersediaan kalium juga memberikan hasil yang sangat berpengaruh nyata pada uji sidik ragam (Anova) nilai $p < 0,01$ sehingga dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5 % menunjukkan hasil sebagai berikut:



Gambar 15. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Ketersediaan K (Residu K) di dalam Tanah

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Dari hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% bahwa menunjukkan hasil yang beragam terhadap masing – masing perlakuan. Dari hasil tersebut rerata tertinggi ketersediaan kalium di tanah diperoleh dari perlakuan P1 (kontrol) yaitu 46,67 ppm sedangkan rerata terendah diperoleh dari perlakuan P7 (perendaman budset, asam humat, mikoriza dan citorin 2x) yaitu 32 ppm. Ketersediaan K pada perlakuan P1 (kontrol) termasuk dalam kriteria yang tinggi, dibandingkan dengan perlakuan P7 (perendaman budset, asam humat, mikoriza dan citorin 2x) yang tergolong dalam ketersediaan K sedang (Balittan, 2009). Pada perlakuan P1 ketersediaan K yang tinggi menunjukkan bahwa proses penyerapan yang dilakukan oleh tanaman rendah, dibandingkan dengan perlakuan P7 (perendaman budset, asam humat, mikoriza dan citorin 2x). Penyerapan unsur hara yang kurang optimal menyebabkan terjadinya residu, oleh karena itu pada perlakuan P1 (kontrol) ketersediaan K lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P7 (perendaman budset, asam humat, mikoriza dan citorin 2x).

Kalium berkaitan dengan proses biokimia dan biofisika. Pada biokimia K sebagai penyedia enzim – enzim untuk proses metabolisme karbohidrat dan protein. Sedangkan proses biofisika sebagai pengatur tekanan osmotik dan turgor sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel dalam membuka dan menutupnya stomata (Subandi, 2013). Penyediaan K yang cukup dapat digunakan pada proses pengubahan tenaga surya menjadi tenaga kimia (ATP / senyawa organik).

Unsur hara Kalium diserap dalam bentuk ion K^+ , jika K^+ terlarut sangat tinggi maka tanaman akan menyerap K dalam jumlah yang banyak dibandingkan dengan yang diperlukan. Berdasarkan uji DMRT taraf 5% bahwa pada perlakuan P1 (kontrol) penyerapan K^+ yang sangat sedikit menyebabkan terjadi penumpukan ion K^+ di dalam tanah, sehingga menyebabkan pengangkutan (*translocation*) karbohidrat dari daun ke organ lain menjadi terhambat, namun sebaliknya jika ketersediaan K yang cukup untuk tanaman dapat mengurangi terjadinya serangan hama, penyakit dan kekeringan (Subandi, 2013).

4.1.5 Parameter Pengamatan Total Populasi Bakteri dan Jamur

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pemberian biostimulan ekstrak rumput laut (*Sea weed*), asam humat dan mikoriza mampu memberikan interaksi terhadap perkembangan populasi mikroorganisme dalam tanah diantaranya bakteri dan jamur. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dapat berpengaruh nyata terhadap total populasi bakteri (nilai $p < 0,05$) sedangkan pada populasi jamur menunjukkan hasil yang signifikan sangat berpengaruh nyata ($p < 0,01$). Data sidik ragam disajikan dalam tabel No 7.

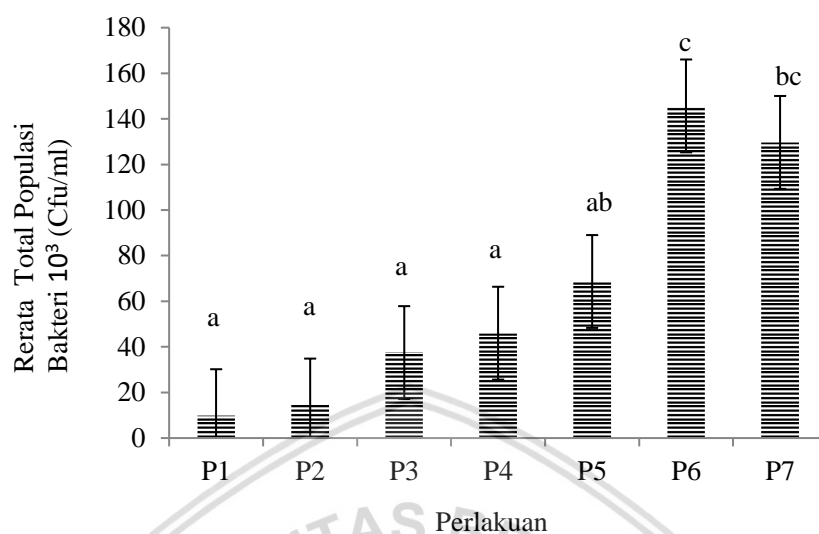
Tabel 7. Data Sidik Ragam Biologi Tanah

Sifat Biologi Tanah	F Hitung	F Probability 5%
Populasi Bakteri	7,21	0.001*
Populasi Jamur	15.4	<.001**

Keterangan: Apabila $p < 0,05$ berbeda nyata, apabila $p > 0,05$ tidak berbeda nyata (*) = berbeda nyata (**) = sangat berbeda nyata

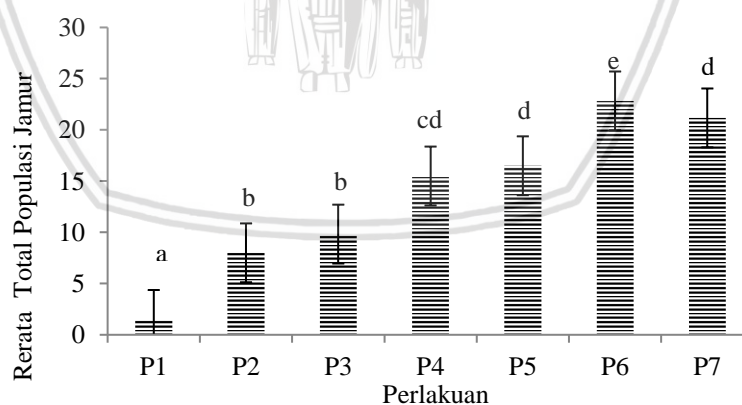
Kemudian dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% didapatkan hasil bahwa kombinasi perlakuan biostimulan ekstrak rumput laut (*Sea weed*), asam humat dan mikoriza mampu memberikan hasil yang berpengaruh terhadap populasi mikroorganisme bakteri. Pada perlakuan P6 (perendaman budset, asam humat, mikoriza dan citorin 1x) memiliki jumlah populasi bakteri yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P1). Rerata total populasi bakteri tertinggi pada uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% diperoleh dari perlakuan P6 (Perendaman budset, asam humat, mikoriza dan biostimulan citorin 1x) memiliki jumlah populasi sebanyak $145,67 \times 10^3$

CFU/ ml sedangkan rerata terendah sebanyak $9,83 \times 10^3$ CFU/ ml didapatkan pada perlakuan P1 (kontrol).



Gambar 16. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Populasi Bakteri
Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Hal ini juga sejalan dengan Ahmad, *et al* (2008) bahwa interaksi bakteri pada tanaman dapat mempengaruhi pasokan nutrisi, meningkatkan efisiensi unsur hara, menginduksi resistensi penyakit, meningkatkan toleransi stress terhadap abiotik, dan memodulasi morfogenesis melalui Zat Pengatur Tumbuh.



Gambar 17. Grafik Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Populasi Jamur
Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Pengaruh kombinasi perlakuan biostimulan, asam humat dan mikoriza jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya (P2-P7) pada P1 memiliki jumlah populasi yang lebih sedikit. Dari hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*)

taraf 5% didapatkan bahwa rerata total populasi jamur tertinggi diperoleh dari perlakuan P6 (Perendaman budzet, Asam humat, Mikoriza dan Biostimulan Citorin 1x) sebanyak $22,83 \times 10^2$ CFU/ml dan rerata terendah pada perlakuan P1 (kontrol) sebanyak $1,5 \times 10^2$ CFU/ml.

Dari pengamatan ini dapat diketahui bahwa pemberian biostimulan ekstrak rumput laut (*Sea weed*) secara kombinasi dengan pemberian asam humat dan mikoriza dapat meningkatkan perkembangan populasi bakteri dan jamur. Hal ini dikarenakan biostimulan ekstrak rumput laut dan asam humat mampu mempercepat proses perkembangbiakan bakteri dan jamur sehingga jumlah populasi bakteri pada perlakuan P6 (biostimulan, asam humat dan mikoriza 2 kali) lebih meningkat dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P1).

Selain itu peran ekstrak rumput laut (*Sea weed*) yang terdapat dalam biostimulan juga mampu mempengaruhi kualitas tanah dan tanaman hal ini dikarenakan mikroorganisme bakteri dan jamur berperan sebagai penyedia unsur hara yang digunakan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Menurut *Khan et al* (2009), bahwa penambahan rumput laut (*Sea weed*) ke tanah dapat meningkatkan nutrisi makro dan mikro serta mampu meningkatkan sifat biologis, kimia dan fisik tanah. Thikonov, *et al* (2010) juga melaporkan bahwa fungsi asam humat di dalam tanah sebagai sumber karbon dan membantu ketersediaan unsur hara bagi pertumbuhan tanah.

4.1.6 Karakterisasi Makroskopis Pada Koloni Bakteri dan Jamur

Dari hasil *plating* mikroba ada beberapa koloni bakteri dan jamur akan dipilih kemudian dilakukan karakterisasi. Karakterisasi dilakukan untuk melihat secara makroskopik berdasarkan morfologi. Karakterisasi bakteri dilakukan berdasarkan dari bentuk koloni, tepian, elevasi dan warna Karakterisasi koloni bakteri tersajikan dalam tabel 8 sedangkan karakterisasi pada koloni jamur tersajikan dalam tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 8. Karakterisasi Makroskopik Koloni Bakteri

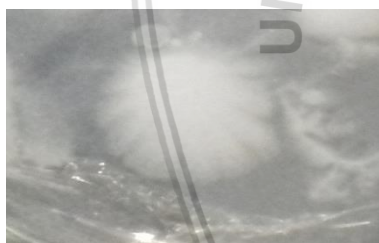
No	Kode koloni	Jenis koloni	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna
1.	P4U1	Bakteri	Tak beraturan	Undulate / bergelombang	Flat / datar	Putih
2.	P5U2	Bakteri	Rhizoid	Rhizoid	Flat / datar	Putih
3.	P6U2	Bakteri	Bulat	Licin	Umbonate	Putih
4.	P5U3	Bakteri	Bulat	Licin	Flat / datar	Putih dan kuning



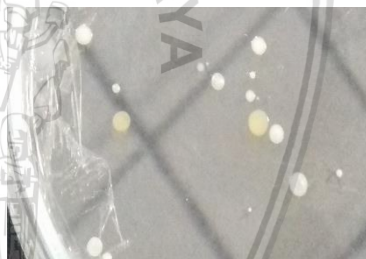
Koloni P4U1



Koloni P5U1



Koloni P6U2

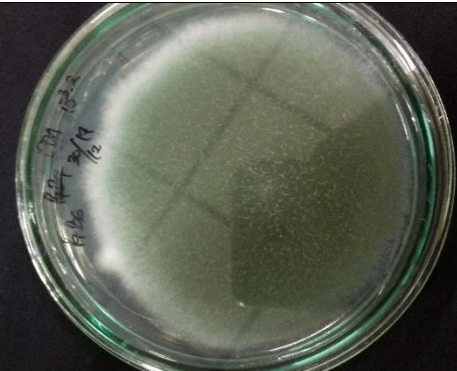

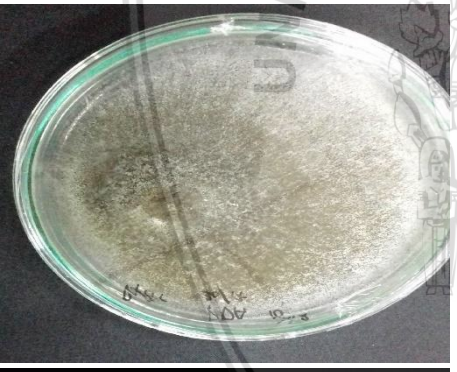



Koloni P5U3

Gambar 18. Karakterisasi Makroskopik Bakteri

Selain itu karakterisasi pada koloni jamur, dilakukan secara terpilih, adapun tujuan dari dilakukan karakterisasi ini untuk mengetahui secara makroskopik berdasarkan pada bentuk koloni, warna koloni dan warna permukaan koloni. Adapun karakterisasi jamur tersajikan dalam tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Karakteristik Beberapa Koloni Jamur secara Makroskopik

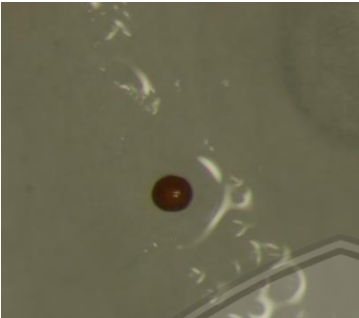

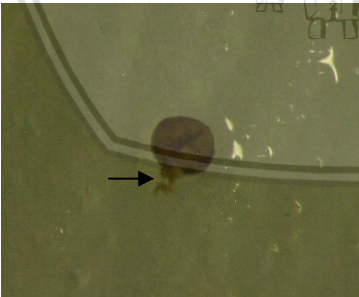
	<p>Koloni berbentuk bulat dengan warna permukaan dominan hijau, menyebar ke segala arah sedangkan tepian berwarna putih dan terdapat bulu – bulu halus.</p>
	<p>Koloni memiliki koloni yang awalnya berwarna putih, namun terdapat warna hijau kehitaman dibagian tengah, dan permukaan seperti tepung. Koloni berbentuk bulat yang menyebar ke segala arah.</p>
	<p>Koloni berwarna putih kehijauan yang menyebar secara merata. Berbentuk bulat, permukaan yang halus dan tipis dan menyebar ke segala arah.</p>
	<p>Koloni berbentuk bulat bulat yang tidak merata, berwarna putih pada tepi sedangkan ditengah berwarna hijau kehitaman dan permukaan yang kasar.</p>

4.1.7 Identifikasi Mikoriza

Pemberian biostimulan kombinasi antara ekstrak rumput laut (*Sea weed*), asam humat dan mikoriza terhadap identifikasi mikoriza memberikan hasil bahwa

2 genus yang ditemukan yaitu *Acauluspora sp*, *Gigaspora sp*, Karakteristik mikoriza tersajikan dalam tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Identifikasi Mikoriza

No.	Tipe Spora	Karakteristik Morfologi
1.	<i>Acauluspora sp</i>	 <p>Spora berbentuk bulat dan keras dengan warna merah agak kecoklatan, dengan lapisan dinding yang terlihat jelas berwarna hitam kecoklatan.</p>
2.	<i>Gigaspora sp</i> tipe 1	 <p>Spora berbentuk bulat dengan warna kuning, dan terdapat bulbos spensor.</p> <p>Keterangan: Tanda panah menunjukkan Bulbos suspensor</p>
3.	<i>Gigaspora sp</i> 2 tipe 2	 <p>Spora yang ditemukan berbentuk bulat berwarna coklat kehitaman, memiliki permukaan yang kasar dan terdapat bulbos spensor.</p> <p>Keterangan: Tanda panah menunjukkan Bulbos suspensor</p>

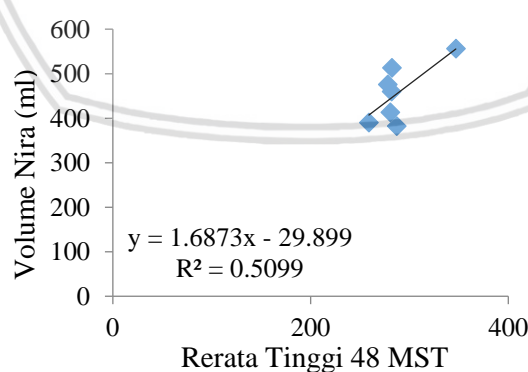
Identifikasi mikoriza meliputi bentuk koloni dan warna koloni. Dari hasil ini didapatkan 2 genus yaitu genus *Acauluspora* dan *Gigaspora*. Naher (2013) melaporkan bahwa pada tanaman kelapa sawit di Malaysia yang terinfeksi oleh mikoriza genus *Glomus sp*, *Acaulospora sp*, *Gigaspora sp*, dan *Scutellespora sp* memiliki kinerja pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan

menggunakan pupuk kimia. Jamur mikoriza mampu tumbuh dan menyebar dengan cepat hal ini diduga jamur ini mampu beradaptasi secara aktif dan cepat terhadap lingkungan. Oleh karena itu proses infeksi mikoriza di daerah perakaran tanaman tebu (*Rhizosfer*) dapat digunakan sebagai penyedia unsur hara. Hubungan antara mikoriza dan tanaman inang memiliki peran sebagai simbiosis yang mutualisme. Menurut Naher (2013) bahwa asosiasi simbiosis ini melibatkan tanaman dan beberapa jamur yang digunakan untuk fungsi ekologi tanah salah satunya dinamika unsur hara.

4.2. Hubungan Antar Parameter

4.3.1. Hubungan Tinggi 48 MST Terhadap Volume Nira

Hubungan korelasi dan regresi terhadap tinggi 48 MST terhadap volume nira memiliki persamaan $Y = 1,6873x - 29,899$, dengan nilai X sebagai rerata tinggi 48 MST sedangkan nilai Y digunakan untuk volume nira. Nilai korelasi (R) = 0,741 sedangkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,50. Dari hasil uji regresi dapat diperoleh bahwa sebanyak 50% volume nira dipengaruhi oleh pertumbuhan tinggi 48 MST, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Tinggi batang yang semakin tinggi dan diameter yang semakin besar dapat menghasilkan bobot batang segar yang mana berpengaruh langsung terhadap produktivitas tebu. Dengan demikian semakin tinggi bobot batang batang segar maka produktivitas tebu juga semakin tinggi (Zulkarnain *et al*, 2017).

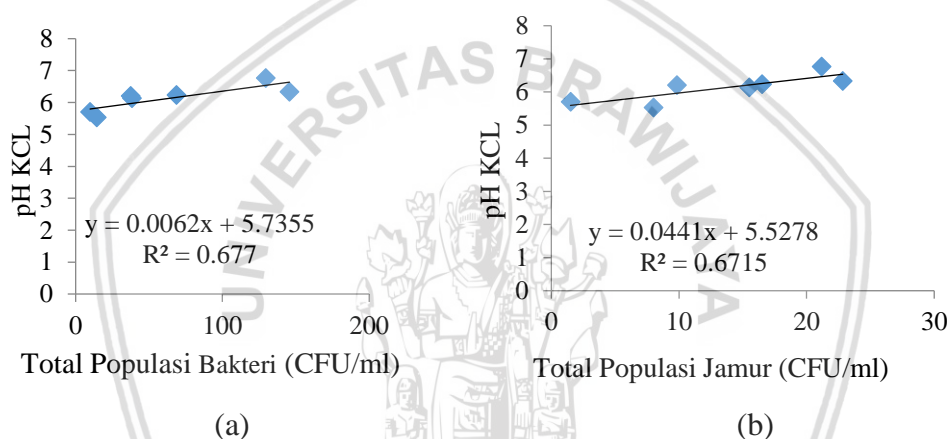


Gambar 19. Grafik Hubungan Volume Nira terhadap Tinggi 48 MST

4.3.2. Hubungan pH KCL Terhadap Total Populasi Bakteri dan Jamur

Hubungan korelasi dan regresi pada gambar 20 (a) memiliki persamaan $Y = 0,0062x + 5,7355$ dimana nilai X sebagai total populasi bakteri (CFU/ml)

sedangkan nilai Y sebagai pH KCL. Nilai korelasi (R) = 0,8228 (Lampiran 2) sedangkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,677. Sedangkan hubungan korelasi dan regresi pada gambar 20 (b) memiliki persamaan $Y = 0,0441x + 5,5278$ dengan nilai korelasi (R) = 0,8194 (Lampiran 2) dan nilai koefisien korelasi (R^2) = 0,671. Dari hasil uji regresi pada parameter total populasi bakteri maupun jamur sebanyak 67% dipengaruhi oleh pH KCL, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. pH tanah sangat berperan terhadap aktivitas bakteri dan jamur. Menurut Sudaryono (2009) bahwa jamur toleran terhadap pH < 4- 6,5 sedangkan pada bakteri memiliki pH 6,5 -7,5. Aktivitas mikroba dipengaruhi oleh enzim yang bergantung terhadap ion H^+ (Ma' shum *et al*, 2003)

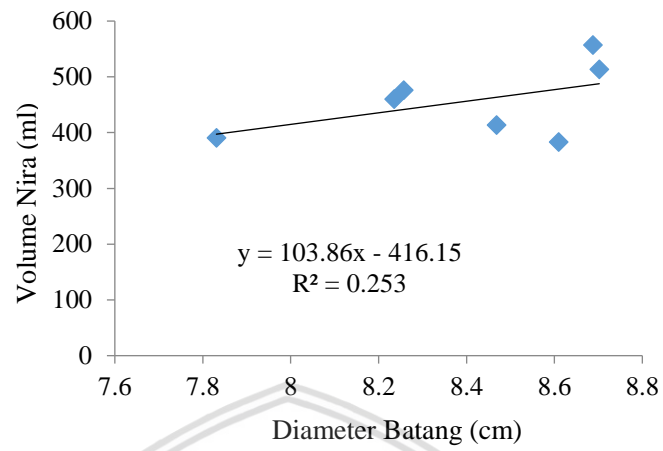


Gambar 20. Hubungan Total Populasi Bakteri terhadap pH KCL (a), Hubungan Total Populasi Jamur terhadap pH KCL (b)

4.3.3. Hubungan Diameter Batang terhadap Volume Nira

Tanaman tebu juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat menunjang produktivitas, diantaranya diameter batang dan volume nira (fase generatif) terhadap prosentase kandungan sukrosa (brix). Hubungan korelasi dan regresi memiliki persamaan $Y = 103,86x - 415,15$ dengan nilai koefisien korelasi (R) = 0,5029 sedangkan koefisien determinasi (R^2) = 0,25 (Lampiran 2). Dengan demikian bahwa diameter batang mempengaruhi jumlah volume nira sebanyak 25 %, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. semakin besar diameter batang tebu maka produksi nira juga semakin banyak. Selama proses pemasakan, tebu mulai menyimpan sukrosa di dalam batang yang dimulai dari batang bawah menuju pucuk tanaman. Tiga ruas dari bawah memiliki kandungan sukrosa yang

lebih tinggi dibandingkan dengan ruas atasnya begitu juga seterusnya (Toppa *et al*, 2010).



Gambar 21. Hubungan Diameter Batang terhadap Volume Nira



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu bahwa pemberian biostimulan mampu mempengaruhi terhadap pertumbuhan tanaman tebu, produktivitas tanaman, sifat kimia maupun sifat biologi tanah sebagai berikut:

1. Pemberian Biostimulan berdasarkan kombinasi memberikan hasil yang berbeda – berda terhadap beberapa parameter. Pemberian biostimulan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan tinggi tanaman tebu 18 MST dan 48 MST dan hasil produktivitas seperti diameter batang, volume nira dan brix.
2. Hubungan asam humat dan mikoriza dapat mempengaruhi terhadap sifat kimia tanah dan biologi tanah yang mampu meningkatkan NPK, pH KCl, C/N rasio dan jumlah populasi bakteri maupun jamur.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai biostimulan untuk dilakukan penelitian lapang dalam meningkatkan produktivitas tanaman tebu. Diperlukan beberapa parameter yang lebih kompleks untuk mengetahui reaksi yang terkandung didalam biostimulan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El- Motty. 2010. Effect of Algae Extract and Yeast Application on Growth Nutritional Status Yield and Fruit Quality of Keitte Mango Trees. Agric.Biol J. North America 1:421-2429
- Abdel, M. 2010. Seaweed Extract Improves Growth Yield and Quality of Different Watermelon hybrid. Res. J.Aгри. Biol.Sci. 6:161-168
- Ahmad, F. 2008. Screening of Free Living Rhizospheric Bacteria for Their Multiple Plant Growth Promoting Activities. India: Departement of Agricultural Microbiology
- Al Karaki, G, N. 2000. Growth of Mycorrhizal Tomato and Mineral Acquisition Under Salt Stress. Mycorrhiza, 10, 51-54
- Auge, R, M. 2001. Water Relations. Drought and Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. Mycorrhiza 11,3-42
- Ambrosano, E. J., Rozario A., Heitor C., Gláucia M. B. A., Eliana A. S., Takashi M., Paulo C. O. T. Fabrício R., Nivaldo G., Maria R. G. U. and, Juliana R. S. T. 2010. Crop Rotation Biomass and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Effects on Sugarcane Yield. Scientia Agricola. Vol.67 No.6 pp692-701
- Balittan. 2009. Petunjuk Teknis: Analiss Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Bogor
- Basmal. 2009. Prospek Pemanfaatan Rumput Laut Sebagai Bahan Pupuk Organik. Riset Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Squalen Vol. 4 No.1
- Bonfate, P. 2013. Mechanisms Underlying Benefical Plant Fungus Interaction in Mycorrhizal Symbiosis. Review. Italy: University of Torino
- Beltrano, J. 2013. Effects of Arbuscular Mycorrhiza Inoculation on Plant Growth, Biological and Physiological Parameters and Mineral Nutrition in Pepper Grown under Different Salinity and P Levels. Argentina: Universidad Nacional de La Plata
- Bentivenga S. P, Morton J. B. 1995. A Monograph of The Genus *Gigaspora* Incorporating Development Patterns of Morphological Characters. Mycologia, 87: 720- 732
- BPS. 2017. Produksi Tanaman Tebu di Indonesia. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1665> pada tanggal 31 Mei 2017
- BPS. 2017. Luas Areal Tanaman Tebu di Indonesia. Diunduh dari <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1665> pada tanggal 31 Mei 2017
- Buckman, H, O and Brady, N, C. 1982. Ilmu Tanah. Jakarta. Bhartara Aksara. Hal 778

- Canellas, L. P., and Olivares, E. L. 2014. Physiological Responses to Humic Substances as Plant Growth Promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 1: 1-11
- Calvo, P. 2014. Agricultural Uses of Plant Biostimulant. *Plant and Soil*. 383-341
- Cardoso dan Kuyper. 2006. Mycorrhizas and Tropical Soil Fertility. *Agric. Ecosystem. Environ.* 116:72-84
- Civiero, JC, Figueriedo, GGO, Davi, T de N, Mogor, AL, Daros. 2013. Stern Root Growth of Sugar Cane for The Use of Humic Acid and L – Glutamic Acid. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, Guarapuava PR, Vol. 6, No. 1, P 47 – 51
- Craigie, J, S. 2011. Seaweed Extract Stimuli in Plant Science and Agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23 371- 393
- Colla, G. 2014. Biostimulant Action of a Plant Derived Protein Hydrolysate Produced Through Enzymatic Hydrolysis. Italy: University of Tuscia
- Defline, S. 2005. Effect of Foliar Application of N and Humic Acids on Growth and Yield of Durum Wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25: 183-191
- Deshmukh, P, S. 2013. Effect of Seaweed Extract on Growth, Yield and Quality of Sugarcane. *International Journal of Agricultural Sciences* Vol. 9 750 - 753
- Ertani, A. 2011. Effect of Commercial Lignosulfonate Humate on Zea mays L Metabolism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59:11940-11948
- Ertani A, Pizzeghello, D, Bagljeri, A, Cadili, Tambone, F, Genari, M, Narsi, S. 2012. Agro – Industrial Residues and Their Biological Activity On Maize (Zea mays) Metabolism. *Journal of Geochemical Exploration* 129: 103-101
- Fuady, Z. 2013. Kontribusi Cendawan Mikoriza Arbuskular Terhadap Pembentukan Agregat Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. *Lentera* Volume 3, No. 3
- Hairani, R. I. 2014. Analisis Trend Produksi dan Impor Gula serta Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Impor Gula Indonesia. Jember: Universitas Jember
- Hajiboland, R., Aliasghar zad, N., and Barzeghar, R. 2009. Phosphorus Mobilization and Uptake in Mycorrhizal Rice (*Oriza sativa* L) Plants Under Flooded Conditions. *Acta agric. Slovenica*, 93, 153-161
- Iskandar, Dudi. 2002. Pupuk Hayati Mikoriza Untuk Pertumbuhan dan Adaptasi Tanaman Di Lahan Marginal.
- Jardin. 2015. Plant Biostimulant: Definition, concept main categories and regulation. University of Liege, Belgium
- Jimenez E. A and Goni, C, I. 1999. Nutritional Evaluation and Physiological Effects of Edible Seaweeds. *Archivos Latinoamericanos de Nutrition* 49: 114- 120

- Jindo, K Martin, S, A. 2012. Root Growth Promoting by Humic Acids from Composted and Non Compostes Urban Organic Waste. *Plant Soil* 353: 209 – 220.
- Kalbitz, K, Solinger, S. 2000. Controls On The Dynamics Of Dissolved Organic Matter In Soils: a review. *Soil Science* 165: 277 – 304
- Kauffman, G, L. 2007. Effect of Biostimulant On The Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and Polyphenol Production of Parnennial Ryegrass. *Crop Sci.* 47 – 261 – 267
- Khan, W., Rayirath, U, P., Subramanian, S., Jithesh, M, N., Rayorath, P, Hodges, M., Critchley. A, T., Craige, J, S, Norrie, J and Prithiviraj, B. 2009. Seaweed Extracts as Stimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation*, pp 386-399
- Khan, A, S. 2012. Foliar Aplication of Mixture of Amino Acids and Seaweed (*Ascophylum nodosum*) Extract Improve Growth and Physicochemical Properties of Grapes. Pakistan: University of Agriculture Faisalabad
- Latique. 2013. Seaweed Liquid Fertilizer Effect On Physiological and Biochemical Parameters of Bean Plant (*Phaesolus Vulgaris* Variety Paulista) Under Hydroponic System. *European Scientific Journal* Vol. 9, No. 33 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e- ISSN 1857 – 7431
- Ma'shum, M. Soedarsono, J dan Sulislowati, L, E. 2003. *Biologi Tanah*. CPIU, Pasca IAEUP. Jakarta
- Marwoto.2007. Pembuatan Sistem Informasi Kesesuaian Lahan Tanaman Tebu Berbasis Web di Kabupaten Merauke. Peneliti Inderaja LAPAN
- MC Cormick, A, J. 2006. Supply and Demand Sink Regulation of Sugar Accumulation in Sugarcane. South Africa. South Africa Sugarcane Research Institute (SASRI)
- MC Kinney, R.E. 2004. *Enviromental Pollution Control Microbiology: A Fifty Year Perspective*. Marcel Dekker, Inc, Madson Aveneu, New York 464 pp
- Miska, Moh.Ega E. 2016. Karakterisasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Rhizosfer Aren (*Arenga pinnata* (wrb. Merr) Dari Jawa Barat dan Banten. *Jurnal Silvikultur Tropika*, Vol. 7 No.1 Hal 18 – 23 ISSN: 2086- 8227
- Morton, JB and Benny, GL. 1990. Revised Classification of Arbuscular Mychorrhizal Fungi (*Zygomycetes*). *Mycotaxon*. 37:471-491
- Mosa. 2015. The Role of Biofertilization in Improving Apple Productivity. Poland: Research Institute of Horticulture. Review
- Naher, Umme, A. 2013. Benefict Effect of Mychorrhizal Association for Crop Production in The Tropis. *International Journal of Agriculture & Biology*
- Nardi, S. Pizzeghello, D, Reniero, F., Rascio, N. 2000. Chemical and Biochemical Properties of Humic Substances Isolated from Forest Soils and Plant Growth. *Soil Science Society of America Journal* 64: 639-645.

- Nardi, S. 2009. Biological Activities of Humic Substance in Biophysicochemical Process Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental systems.
- Nurhayati. 2011. Pengaruh Berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Sumber Inokulum terhadap Infektivitas dan Efektivitas Mikoriza. Jurnal Agrista, Vol. 16, No. 2
- Oseni, T, O. 2010. Effect of Arbuscula Mycorrhiza Inoculation on The Performance of Tomato Nursery Seedling in Vermiculite. Int.J.Agric. Bio 12: 789-792
- Parniske, M. 2008. Arbuscular Mycorrhiza: The Mother of Plant Root Endosymbiosis. Nature Review Microbiology6, 763-775
- Perner, H, D, Schwarz. 2007. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Colonization and Two Levels of Compost Supply on Nutrient Uptake and Flowering of Pelagornium Plants. Mycorrhiza, 17:469-474
- Pramanik, P, Bhattacharya, S, Banik, P. 2008. Phosphorous Solubilization from Rock Phosphate in Presence of Vermicompost in Aqualf. Geoderma, v. 152, n 1 / 2, p 16-22
- Purnomo. 2003. Penentuan Rendemen Gula Tebu Secara Cepat. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rae, AL. 2005. Sucrose Partitioning Between Vascular Bundles and Storage Parenchyma in the Sugarcane Stem
- Ramya, Sivankari, S et al. 2011. Influence of Seaweed Liquid Extracts on Growth Biochemical and Yield Characteristics of *Cyanopsis tetragonaloba* (L) Taub. J Phytol 3: 37-41
- Rao, N, N, S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. UI Press, Jakarta
- Ritz, K, J. Harris dan P. Murray. 2010. The Role of Soil Biota in Soil Fertility and Quality, and Approaches to Influencing Soil Communities to Enhance Delivery of These Function. Cranfield University. Rothamsted Research
- Rousk, R L et al. 2010. Soil Bacterial and Fungal Communities Across a pH Gradient in an Arable Soil. Int. Soc Microbial Ecology. 1- 12pp
- Rossler, R, L. 2013. Growth and Yield of a Sugarcane Plant Crop Under Water Stress Imposed Through Deficit Drip Irrigation. South Africa: South Africa Sugarcane Research Institute P/Bag X02, Mount Edgecombe
- Santoso, B, Mastur, Jumali, dan Nugraheni, S D. 2015. Uji Adaptasi Varietas Unggul Tebu Pada Kondisi Agroekologi Lahan Kering. Jurnal Litri (21) : 109 – 116
- Saputra, B. 2010. Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Pada Tiga Jenis Tanah Rhizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiaca*, L) di Kabupaten Pontianak. Jurnal Protobions, Volume 4(1) 160-169

- Sarifuddinn, E., Patadungan, Y. S., Isrun. 2017. Pengaruh Asam Humat dan Fulvat Ekstrak Kompos *Thitonia diversifolia* Hg_{khelat}, pH, dan C - Organik Entisol Tercemar Merkuti. E. Journal Agrotekbis 5 (3): 284- 290
- Sedayu, B. B., Erawan, I, M, S dan Assaad, L. 2014. Pupuk Cair dari Rumpuk Laut *Eucheuma cottonii*, *Sargassum sp*, dan *Gracilaria sp* Menggunakan Proses Pengomposan. JPB Perikanan Vol 9, 0.1: 61-68
- Simberloff, D, M. 2011. Michorriaze: Encyclopedia of Biological Invasions. Los Angeles University of California.
- Soemarno. 2011. Pentingnya Hara K dan Pupuk bagi Tanaman Tebu. Universitas Brawijaya Press. Malang
- Spinelli, F. 2009. Perspective On The Use of a Seaweed Extract to Moderate the Negative Effect of Alternate Bearing in Apple Trees. J. Hort.Sci.Biotechnol. 84:131-137
- Stevenson. 1994. Humic Chemistry: Genesis, Composition Reaction, 2nd (Eds). John Wiley and Sons. Inc. New York
- Subandi. 2013. Peran dan Pengelolaan Hara Kalium Untuk Produksi Pangan di Indonesia. Balai Penelitian Kacang – Kacangan dan Umbi – Umbian (Balitkabi), Malang.
- Sudaryono. 2009. Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur. J. Tek. Ling.3 (10): 337- 346
- Taha, Z. S., Smira, T. A., and Sanaa, M. S. R. 2011. Effect of Bread Yeast Application dan Seaweed Extract On Cucumber (*Cucumis sativus* L) Plant Growth Yield and Fruit Quality. Mesopotamia Journal of Agriculture 39: 26 – 34
- Thikonov, V.V., A.V. Yakushev., Yu. A. Zavgorodnyaya, B. A. Byzov, V. V. Demin. 2010. Effect of Humic Acid on The Growth of Bacteria. Soil Biology. 43(3):305-313
- Trevisan, S.; Pizzeghello, D.; Ruperti, B. 2009. Humic Substances Induce Lateral Root Formation and Expression Of The Early Auxin-Responsive IAA19 Gene And DR5 Synthetic Element In Arabidopsis. Plant Biology 12: 604-614.
- Utami, H, S, N., S, Handayani dan A. Maas. 2000. Meningkatkan Efisiensi Pemupukan P dengan Bahan Organik pada Andisol. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol. 2 No. 2
- Veiga, Rita, S, L. 2013. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Reduce Growth and Infect Roots of The Non Host Plant Arabidopsis thaliana. Switzerland: Agroscope Reckenholz Tanikon Research Station ART
- Verheye. 2012. Growth and Production of Sugarcane. Belgium: University of Ghent
- Verlinden, G. 2009. Application of Humic Substances Results in Consistent Increases in Crop Yield and Nutrient Uptake. Belgium: University of Ghent

Zulkarnain, E, Evizal, R, Lumbanraja,J, Rini V,M, Satgada,C,P, Agustina,W, Amalia, H,R, Awang, T, R. 2017 Aplikasi Pupuk Anorganik dan Organonitrofos Pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum L*) pada Lahan Kering Gedong Meneng. Jurnal Penelitian Terapan, Volume 1: 77-84



LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Anova

1.a Anova Tinggi Vegetatif 12 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	52,219	8,703	1,59	0,222
Galat	14	76,593	5,471		
Total	20	128,812			

1.b Anova Tinggi Vegetatif 14 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	88,078	14,680	1,69	0,195
Galat	14	121,453	8,675		
Total	20	209,531			

1.c Anova Tinggi Vegetatif 16 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	120,66	20,11	1,14	0,390
Galat	14	247,18	17,66		
Total	20	367,84			

1.d Anova Tinggi Vegetatif 18 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	349,84	58,31	2,79	0,053
Galat	14	292,49	20,89		
Total	20	642,33			

1.e. Anova Tinggi Vegetatif 20 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	333,70	55,62	2,10	0,119
Galat	14	370,83	26,49		
Total	20	704,53			

1.f. Anova Tinggi Vegetatif 22 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	299,23	49,87	1,37	0,291
Galat	14	508,58	36,33		
Total	20	807,81			

1.g. Anova Tinggi Vegetatif 24 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	404,87	67,48	1,73	0,186
Galat	14	545,33	38,95		
Total	20	950,20			

1.h. Anova Tinggi Vegetatif 26 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	534,68	89,11	1,74	0,184
Galat	14	717,34	51,24		
Total	20	1252,02			

1.i. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 12 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	1,3733	0,2288	1,53	0,240
Galat	14	2,0950	0,1496		
Total	20	3,4681			

1.j. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 14 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	2,9179	0,2863	1,86	0,159
Galat	14	3,6617	0,2615		
Total	20	6,5795			

1.k. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 16 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	1,8007	0,3001	1,09	0,416
Galat	14	3,8617	0,2758		
Total	20	5,6624			

1.l. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 18 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	2,1648	0,3608	1,16	0,380
Galat	14	4,3533	0,3110		
Total	20	6,5181			

1.m. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 20 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	2,0264	0,3377	1,51	0,247
Galat	14	3,1417	0,2244		
Total	20	5,1681			

1.n. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 22 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	2,0829	0,3471	2,20	0,150
Galat	14	2,2067	0,1576		
Total	20	4,2895			

1.o. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 24 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	1,3257	0,2210	0,65	0,689
Galat	14	4,7467	0,3390		
Total	20	6,0724			

1.p. Anova Jumlah Anakan Vegetatif 26 MST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	2,1114	0,3519	2,44	0,079
Galat	14	2,0200	0,1443		
Total	20	4,1314			

1.q. Anova Tinggi Batang Generatif 48 HST

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	13612,2	2268,7	6,06	0,003
Galat	14	5240,0	374,3		
Total	20	18852,2			

1.r. Anova Jumlah Ruas Batang

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	127,90	21,32	1,43	0,271
Galat	14	208,67	14,90		
Total	20	336,57			

1.s. Anova Diameter Batang

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	1,77855	0,29643	5,52	0,004
Galat	14	0,75239	0,05374		

Total	20	2,53094
-------	----	---------

1.t. Anova Bobot Batang

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	280495	46749	1,69	0,196
Galat	14	387200	27657		
Total	20	667695			

1.u. Anova Volume Nira

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	75910	13652	8,82	<,001
Galat	14	20093	1435		
Total	20	96004			

1.v. Anova Brix

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	12,8334	2,1389	2,92	0,046
Galat	14	10,2701	0,7336		
Total	20	23,1036			

1.w. Anova Ketersediaan Nitrogen di Dalam Tanah

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	0,0128000	0,002133	5,74	0,003
Galat	14	0,052000	0,0003714		
Total	20	0,018000			

1.x. Anova Ketersediaan Fosfor di Dalam Tanah

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	2247,24	374,54	4,15	0,013
Galat	14	1262,00	90,14		
Total	20	3509,24			

1.y. Anova Ketersediaan Kalium di Dalam Tanah

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	746,95	124,49	7,60	<,001
Galat	14	229,33	16,38		
Total	20	976,29			

1.z. Anova C – Organik

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	0,46830	0,07805	0,80	0,585
Galat	14	1,36460	0,09747		
Total	20	1,83290			

1.aa. Anova pH H₂O

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	0,61143	0,10190	2,28	0,096
Galat	14	0,62667	0,04476		
Total	20	1,23810			

1.ab. Anova pH KCL

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	3,0095	0,5016	3,01	0,042
Galat	14	2,3333	0,1667		
Total	20	5,3429			

1.ac. Anova C/ R Rasio

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	24,667	4,11	3,20	0,034
Galat	14	18,000			
Total	20	42,667			

1.ad. Anova Total Bakteri

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	7	5,330E + 10	7,614 E+ 09	5,78	0,003
Galat	13	1,714E + 10			
Total	20	7,043E + 10			

1.ae. Anova Total Jamur

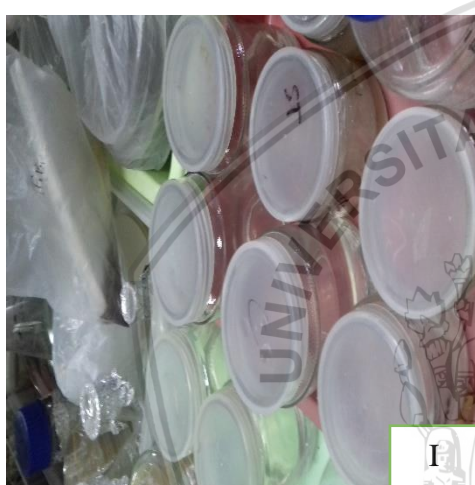
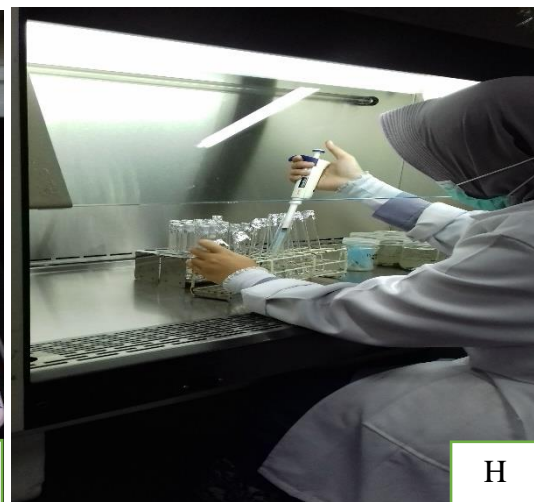
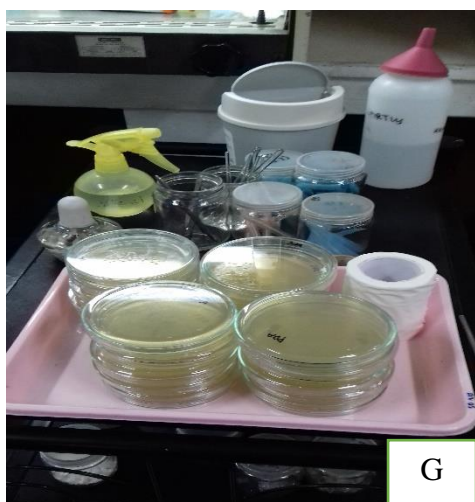
Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Prob
Perlakuan	6	10394524	1732421	15,40	<,001
Galat	14	1575000	112500		
Total	20	11969524			

Lampiran 2. Korelasi antar Parameter

	Bakteri	Jamur	Kalium (K)	Nitrogen (N)	Fosfor (P)	pH KCL	C / N rasio	Tinggi 18 MST	Tinggi 48 MST	Diameter	Volume Nira	Brix
Bakteri	1											
Jamur	0.906988	1										
Kalium (K)	-0.2972	-0.3818	1									
Nitrogen (N)	0.66939	0.57366	0.299807	1								
Fosfor (P)	0.473686	0.46037	-0.06403	0.736219	1							
pH KCL	0.822823	0.81946	-0.72082	0.171267	0.25961	1						
C / N rasio	-0.36033	-0.1768	-0.56754	-0.88408	-0.5283	0.20596	1					
Tinggi 18 MST	-0.19009	0.07577	0.185943	0.197651	0.15292	-0.3263	-	1				
							0.072					
Tinggi 48 MST	0.618725	0.5974	-0.67173	0.252553	0.62292	0.77677	0.019	-0.425	1			
Diameter	0.315244	0.48613	-0.81172	0.094462	0.41086	0.51663	0.168	0.192	0.646	1		
Volume Nira	0.674576	0.77984	-0.47995	0.249878	0.24037	0.749	-	-0.33	0.7141	0.5029	1	
							0.003					
Brix	0.350906	0.49418	-0.67846	-0.00931	-0.0213	0.51307	0.145	-0.098	0.4767	0.7704	0.75	1

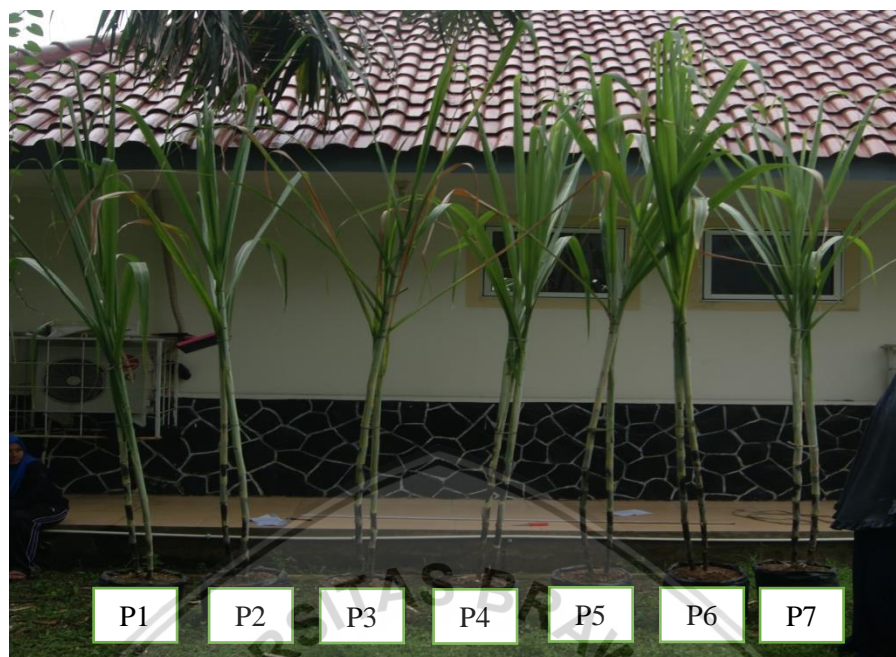
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian





Keterangan : (A) Tanaman Tebu umur 12 MST, (B) Aplikasi Biostimulan Citorin Semprot ke Tanaman Tebu, (C) Pengukuran Tinggi Tanaman, (D) Perhitungan Jumlah Anakan, (E) dan (F) Pengambilan Sampel Tanah, (G) Persiapan Media NA (Bakteri) dan PDA (Jamur), (H) Proses Pengenceran Bertingkat untuk Isolasi Bakteri, (I) Persiapan Larutan Fisiologis untuk Perkembangan Bakteri dan Jamur, (J) Persiapan Sampel Tanah untuk Identifikasi Mikoriza, (K) Koloni Jamur, (L) Koloni Bakteri.

Lampiran 4. Tanaman Tebu



Lampiran 5. Data Pengamatan

5 a. Data Pengamatan Tinggi

perlakuan	12 mst	14 mst	16 mst	18 mst	20 mst	22 mst	24 mst	26 mst	48 mst
P1	44.7	64.0	87.9	102	119.3	134.6	147.0	161.5	259
P2	48.9	69.1	94.4	111.9	125.8	140.2	153.8	165.6	281
P3	49.4	69.7	93.3	110.4	127.5	142.3	156.7	172.8	287
P4	47.8	69.1	92.8	110.5	126.4	141.6	155.2	171.1	278
P5	48.9	67.7	91.7	108.5	125.2	139.1	152.4	167.6	282
P6	49.4	70.8	94.7	110.2	127.4	142.9	159.6	175.7	282
P7	47.1	67.2	89.2	101	116.7	132.2	147.1	161.8	347

5 b. Data Pengamatan Jumlah Anakan

Perlakuan	12 mst	14 mst	16 mst	18 mst	20 mst	22 mst	24 mst	26 mst
P1	3	3	3	3	3	3	3	3
P2	3	3	3	3	3	3	2	2
P3	4	4	3	3	4	3	2	2
P4	3	4	4	3	4	3	2	2
P5	3	3	4	4	3	3	2	2
P6	3	3	3	3	3	2	2	2
P7	3	3	3	3	4	2	2	2

5 c . Data Pengamatan Produktivitas Tanaman Tebu

Perlakuan	ruas	diameter (cm)	bobot batang (g)	nira (ml)	brix(%)
P1	20	8	1453	391	17
P2	24	9	1660	413	17
P3	23	9	1620	383	17
P4	24	8	1767	476	17
P5	23	9	1607	513	19
P6	22	8	1706	460	17
P7	17	9	1820	557	18

5 d. Data Kimia Tanah

Perlakuan	pH H2O	pH KCL	C/N Rasio	C - Organik	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
p1	6.67n	5.7am	12.67s	2.49 t	0.20r	73st	46.67t
p2	6.83n	5.53am	11.33s	2.76 t	0.24s	100.33st	45.67t
p3	6.83n	6.2am	14s	2.75 t	0.20r	86.67st	32.67s
p4	6.87n	6.13am	14s	2.73 t	0.20r	82.67st	41.33t
p5	6.97n	6.23am	13s	2.77 t	0.21s	76.33st	34.67s
p6	7.07n	6.33am	11s	2.98 t	0.27s	95.33st	45t
p7	7.23n	6.77n	12.67s	2.95 t	0.23s	100.33st	32s

Sumber : Balai Penelitian Tanah 2009

Keterangan: am (agak masam), n (netral), t (tinggi), st (sangat tinggi), r (rendah)

5 e. Data Total Populasi Bakteri dan Jamur

Perlakuan	Bakteri (CFU / ml)	Jamur (CFU / ml)
P1	9.83×10^3	1.5×10^2
P2	14.5×10^3	8×10^2
P3	37.5×10^3	9.83×10^2
P4	38.5×10^3	15.5×10^2
P5	68.67×10^3	16.5×10^2
P6	145.67×10^3	21.17×10^2
P7	129.67×10^3	22.83×10^2